

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»
Бузулукский колледж промышленности и транспорта

Предметно цикловая комиссия общеобразовательных и общепрофессиональных
дисциплин

Т.Г.Конопля

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

методические указания для студентов к освоению учебной дисциплины

Бузулук 2019

Методические указания предназначены для выполнения практической и самостоятельной работы студентов, обучающихся по специальности 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей по дисциплине «*Материаловедение*».

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании ПЦК

ООПД

наименование ПЦК

протокол № 1 от « 28 » августа 2019 г.

Председатель ПЦК

ООПД

наименование ПЦК

Алехина М.Н.

подпись

расшифровка подписи

Исполнители:

Конопля Т.Г.

должность

подпись

расшифровка подписи

Содержание

Введение.....	4
1. Практические работы.....	6
Практическая работа №1 Определение твердости металлов: по Бринеллю, по Роквеллу, по Виккерсу.....	6
Практическая работа №2 Испытание металлов на растяжение.....	9
Практическая работа №3 Определение ударной вязкости металлов.....	13
Практическая работа №4 Изучение диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов.....	15
Практическая работа №5 Изучение термической и химикотермической обработки.....	19
Практическая работа №6 Расшифровка различных марок сталей и чугунов.....	30
Практическая работа №7 Выбор материалов (чугунов и сталей) для конструкций по их назначению и условиям эксплуатации.....	37
Практическая работа №8 Выбор режимов резания.....	39
Практическая работа №9 Производство заготовок холодной листовой штамповки.....	46
Практическая работа №10 Литье в песчаные формы.....	51
2. Самостоятельная работа.....	60
3. Учебно-методическое и информационное обеспечение.....	67

Введение

Методические рекомендации предназначены для организации самостоятельной и практической работы студентов по учебной дисциплине ОП.04 «Материаловедению», обучающихся по специальности 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей. Главная задача методических рекомендаций – помочь студентам самостоятельно освоить некоторые теоретические вопросы и выполнить практические задания по учебной дисциплине.

Методические рекомендации облегчают подготовку к выполнению самостоятельных работ, а также обращают внимание обучающихся на главное, существенное в изучаемой учебной дисциплине, помогают выработать умения, анализировать ситуацию, связывать теорию с практикой.

Целью данного методического указания является активизация профессионального самоопределения студентов в процессе выполнения практических и самостоятельных работ.

Задачами методического указания являются:

- дать студентам необходимые знания для повседневной и творческой деятельности;

- подготовить студентов к работе на производстве;

- научить их пользоваться технической литературой и справочниками.

В результате изучения предмета студенты должны знать:

- строение и свойства машиностроительных материалов;

- методы оценки свойств машиностроительных материалов;

- области применения материалов;

- классификацию и маркировку основных материалов, применяемых для изготовления деталей автомобиля и ремонта;

- методы защиты от коррозии автомобиля и его деталей;

- инструменты и станки для обработки металлов резанием, методику расчета режимов резания;

- способы обработки материалов;

- инструменты для слесарных работ.

Освоив основные положения курса, студент должен уметь:

- выбирать материалы на основе анализа их свойств для конкретного применения при производстве, ремонте и модернизации автомобилей;

- выбирать способы соединения материалов и деталей;

- назначать способы и режимы упрочения деталей и способы их восстановления, при ремонте автомобиля, исходя из их эксплуатационного назначения;

- обрабатывать детали из основных материалов;

- проводить расчеты режимов резания.

Объем учебной дисциплины ОП.04 «Материаловедение» и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
Объем образовательной программы	80
в том числе:	
теоретическое обучение	40
практические занятия	20
консультации	6
<i>Самостоятельная работа</i>	8
Промежуточная аттестация в форме экзамена	6

1. Практические работы

Практическая работа №1

Тема: Твёрдость металлов

Цель: Изучение основных методов определения твёрдости металлов.

Оборудование: пресс Роквелла, образцы сталей и сплавов.

Ход работы:

1. Систематизация знаний обучающихся по теме «Металлы и их свойства»;
2. Зарисовать схемы определения твёрдости металлов методами Бринелля, Роквелла, Виккерса (рис.1);
3. Изучить принцип действия прессы Роквелла, научиться определять твёрдость металлов вдавливанием стального шарика;
4. Защита работы, ответ на контрольные вопросы.

1. Общие сведения

Твёрдость — это свойство металла оказывать сопротивление проникновению в него другого, более твердого тела, не получающего остаточных деформаций.

Твёрдость тесно связана с такими важными характеристиками металлов и сплавов, как прочность, износостойчивость.

Есть несколько методов определения твердости (рис. 1.1), наиболее широкое распространение получили следующие:

- вдавливание шарика из твердой стали (метод Бринелля);
- вдавливание вершины алмазного конуса или стального шарика (метод Роквелла);
- вдавливание вершины алмазной пирамиды (метод Виккерса).

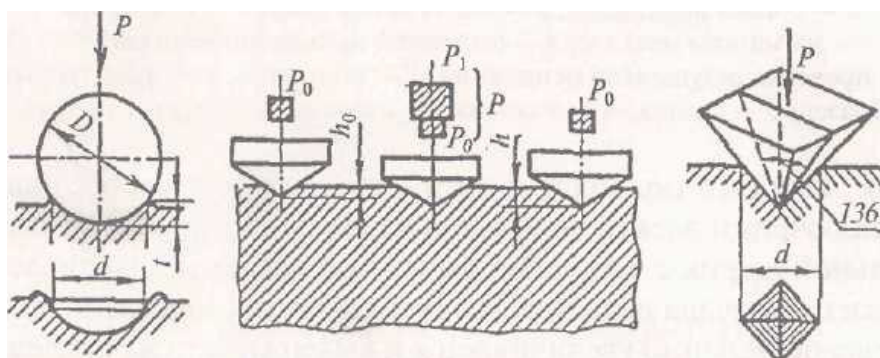


Рисунок 1.1- Определение твердости металлов методами: Бринелля (а), Роквелла (б), Виккерса (в)

Метод Бринелля заключается в том, что шарик из закаленной стали под действием нагрузки вдавливается в зачищенную поверхность металла.

Испытание на твердость металла по методу Бринелля проводят на приборе ТБ (рис. 1.2). Стальной шарик закрепляется в шпинделе прибора. Испытуемый образец ставят на предметный столик, который подводят к шпинделю вращением маховика. При

включении электродвигателя наложенный груз опускается и стальной шарик с помощью рычажной системы вдавливается в образец. Сначала вдавливание производится медленно, затем нагрузка постепенно увеличивается и выдерживается определенное время для получения четких границ отпечатка.

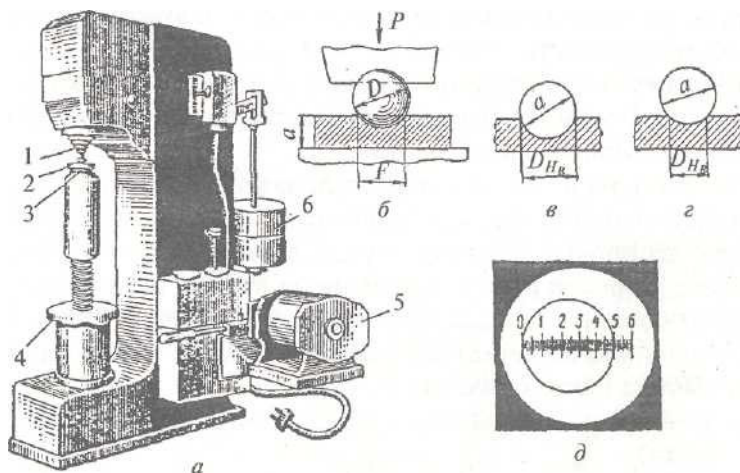


Рисунок 1.2- Определение твердости металла по Бринеллю
a — общий вид пресса; *б* — схема испытания; *в* — отпечаток на мягком металле; *г* — отпечаток на твердом металле;

д — проверка результатов испытания; 1 — шпиндель; 2 — испытуемый образец; 3 — столик; 4 — маховик; 5 — электродвигатель; 6 — груз

Испытуемый образец снимают со столика и измеряют диаметр полученного отпечатка (лунки) при помощи специальной лупы со встроенной шкалой (цена деления 0,1 мм).

Твердость по Бринеллю обозначается буквами **НВ** и определяется как отношение нагрузки P (кг), приходящейся на 1 мм^2 сферической поверхности отпечатка F , по формуле

$$HB = \frac{P}{F}, \text{ кг/мм}^2.$$

Метод Роквелла отличается от метода Бринелля тем, что измеряется не диаметр отпечатка (лунки), а его глубина. Чем больше глубина вдавливания, тем меньше твердость испытуемого образца (рис. 1.3).

Алмазный конус (или стальной шарик) вдавливается в испытуемый образец под действием двух последовательно прилагаемых нагрузок — предварительной нагрузки, равной 10 кг, а затем полной (предварительная плюс основная) нагрузки 60 кг (шкала А) или 150 кг (шкала С).

На приборе *ТР* величину вдавливания определяют непосредственно по шкалам *Л*, *В* и *С* циферблата индикатора (без измерения отпечатка и математических расчетов).

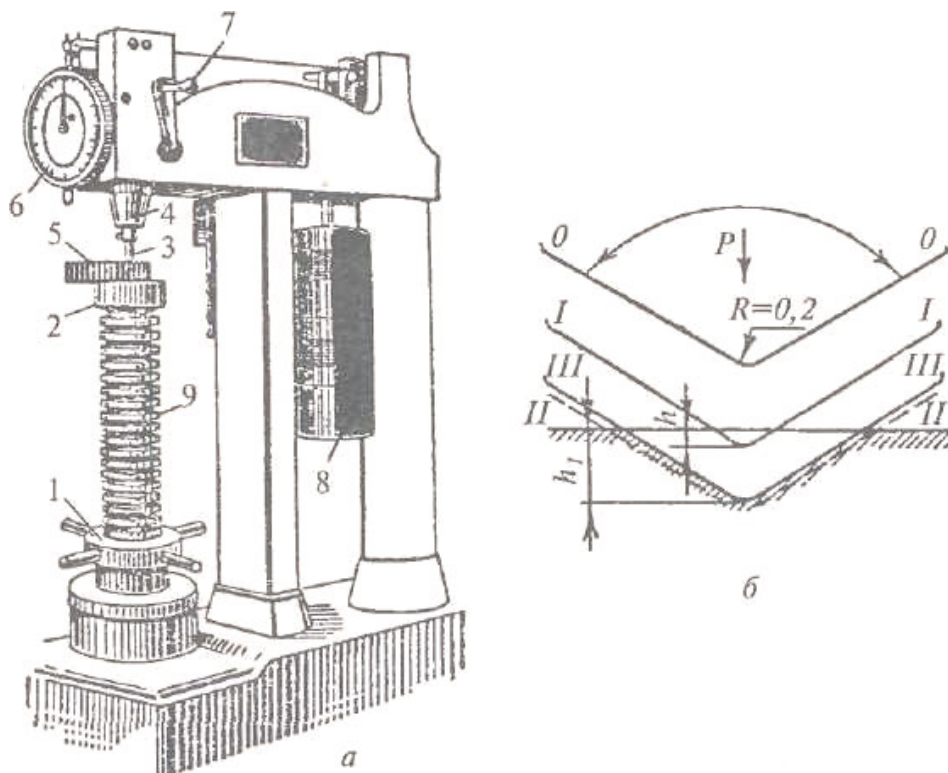


Рисунок 1.3- Определение твердости металла по Роквеллу

a— прибор *TP*; *б*— схема испытания вдавливанием алмазного конуса; 1 — маховик; 2 — столик; 3 — алмазный конус; 4 — шпиндель; 5 — испытуемый образец; 6 — индикатор, показывающий величину вдавливания; 7 — ручка; 8 - грузы; 9 — подъемный винт;

I-I — углубление конуса под действием предварительной нагрузки,

II—II — углубление конуса под действием полной нагрузки,

III—III — углубление конуса при уменьшении полной нагрузки до значения предварительной нагрузки

При измерении твердости стандартной нагрузкой **150 кг** значение твердости *HR* отсчитывается по **шкале С** индикатора, к обозначению твердости добавляется индекс шкалы, т. е. ***HR_С***.

При измерении твердости тонких образцов или поверхностного слоя металла со стандартной нагрузкой **60 кг** отсчет ведется по **шкале А**; к обозначению твердости добавляется индекс данной шкалы, т. е. ***HR_А***.

При измерении твердости мягких металлов стальным шариком со стандартной нагрузкой **100 кг** отсчет ведется по **шкале В** и к обозначению твердости добавляется индекс данной шкалы, т. е. ***HR_В***.

Метод Виккерса применяется для испытания металлов и сплавов высокой твердости, деталей малых сечений и твердых поверхностных слоев, полученных химико-термической обработкой (цементированных, азотированных и др.).

Этот метод дает очень точные показатели и применим к металлам любой твердости. Преимуществом метода Виккерса является возможность испытания тонкого поверхностного слоя металла после различных видов обработки.

Твердость металла определяется отношением нагрузки *P* в кг, создаваемой прибором, к площади отпечатка *F* в мм², вычисленной по его диагонали, и обозначается ***HV***.

2. Выводы, оформление отчёта

3. Контрольные вопросы

1. Дайте определение твёрдости металлов;
2. Перечислите основные методы определения твёрдости;
3. Что замеряется при определении твёрдости методом Бринелля диаметр или глубина отпечатка?
4. Опишите методику определения твёрдости на прессе Роквелла;
5. Чем отличается метод Роквелла от метода Бринелля?
6. В чём преимущество метода Роквелла от остальных методов?

Практическая работа №2

Тема: Испытание металлов на растяжение

Цель работы: Ознакомиться с проведением испытания на растяжение и определением показателей прочности и пластичности.

Приборы и материалы: Разрывная машина Р 0,5, штангенциркуль, мерительная линейка, набор проволочных образцов.

Основные положения

Металлы и сплавы, используемые в качестве конструкционных материалов, должны обладать определенными механическими свойствами – прочностью, упругостью, пластичностью, твердостью.

Прочность – это способность металла сопротивляться деформации и разрушению.

Деформацией называется изменение размеров и формы тела под действием внешних сил. Деформации подразделяются на **упругие и пластические**. Упругие деформации исчезают, а пластические остаются после окончания действия сил.

Способность металлов пластически деформироваться называется **пластичностью**.

При пластическом деформировании металла одновременно с изменением формы меняется ряд свойств, в частности при холодном деформировании повышается прочность, но снижается пластичность.

Большинство механических характеристик металла определяют в результате испытания образцов на растяжение (ГОСТ 1497-84).

При растяжении образцов с площадью поперечного сечения F_0 и рабочей (расчетной) длиной l_0 строят диаграмму растяжения в координатах: нагрузка P – удлинение Δl образца (рис. 2.1).

Диаграмма растяжения характеризует поведение металла при деформировании от момента начала нагружения до разрушения образца. На диаграмме выделяют три участка:

- упругой деформации – до нагрузки $P_{упр}$;
- равномерной пластической деформации от $P_{упр}$ до P_{max4} ;
- сосредоточенной пластической деформации от P_{max} до P_k .

Если образец нагрузить в пределах $P_{упр}$, а затем полностью разгрузить и измерить его длину, то никаких последствий нагружения не обнаружится. Такой характер деформирования образца называется **упругим**.

При нагружении образца более $P_{упр}$ появляется **остаточная (пластическая) деформация**. Пластическое деформирование идет при возрастающей нагрузке, так как металл упрочняется в процессе деформирования.

Упрочнение металла при деформировании называется **наклепом**.

При дальнейшем нагружении пластическая деформация, а вместе с ней и наклеп все более увеличиваются, равномерно распределяясь по всему объему образца. После достижения максимального значения нагрузки P_{max} в наиболее слабом месте появляется местное утонение образца – шейка, в которой в основном и протекает дальнейшее пластическое деформирование. В это время между деформированными зернами, а иногда и внутри самих зерен могут зарождаться трещины. В связи с развитием шейки, несмотря на продолжающееся упрочнение металла, нагрузка уменьшается от P_{max} до P_k , и при нагрузке P_k происходит разрушение образца. При этом упругая деформация образца ($\Delta l_{упр}$) исчезает, а пластическая ($\Delta l_{ост}$) остается (рис. 2.1).

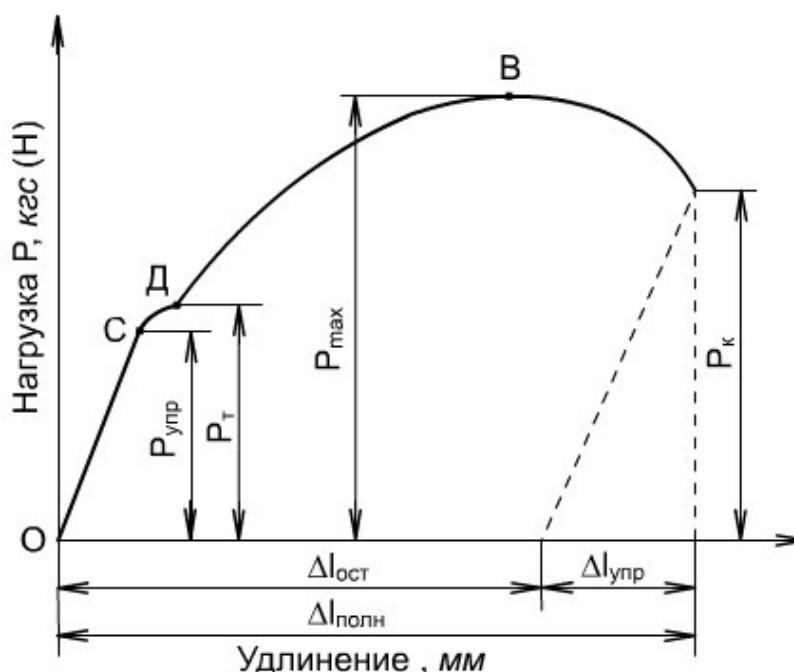


Рисунок 2.1- Диаграмма растяжения металла

При деформировании твердого тела внутри него возникают внутренние силы.

Величину сил, приходящуюся на единицу площади поперечного сечения образца, называют **напряжением**. Размерность напряжения $кгс/мм^2$, или $МПа$ ($1кгс/мм^2=1МПа$).

Отмеченные выше нагрузки на кривой растяжения ($P_{упр}$, P_T , P_{max} , P_k) служат для определения **основных характеристик прочности (напряжений)**:

предела упругости, предела текучести, временного сопротивления (предела прочности) и истинного сопротивления разрушению.

В технических расчетах вместо предела прочности обычно используется условный предел текучести, которому соответствует нагрузка $P_{0,2}$ (рис. 2.2).

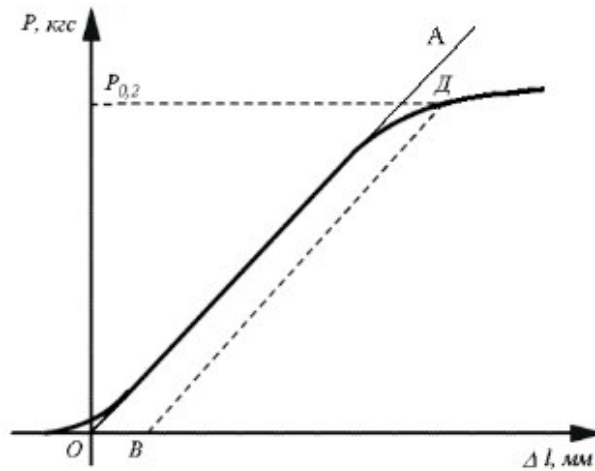


Рисунок 2.2- Участок диаграммы растяжения металла

При растяжении образец удлиняется, а его поперечное сечение непрерывно уменьшается. Но поскольку площадь поперечного сечения образца в каждый данный момент определить сложно, то при расчете *предела упругости, предела текучести и временного сопротивления* пользуются условными напряжениями, считая, что поперечное сечение образца остается неизменным. Истинное напряжение рассчитывается только при определении сопротивления разрушению.

Условный предел текучести ($\sigma_{0,2}$) – это напряжение, при котором образец получает остаточное (пластическое) удлинение, равное 0,2 % своей расчетной длины:

$$\sigma_{0,2} = \frac{P_{0,2}}{F_0}$$

где $P_{0,2}$ – нагрузка, вызывающая остаточное (пластическое) удлинение; равное 0,2%, кгс (Н);
 F_0 – начальная площадь поперечного сечения образца, мм².

Временное сопротивление (предел прочности) σ_b – это напряжение, соответствующее наибольшей нагрузке, предшествующей разрушению образца.

$$\sigma_b = \frac{P_{\max}}{F_0} ;$$

где P_{\max} – максимальная нагрузка, предшествующая разрушению, кгс (Н).

Временное сопротивление (предел прочности) характеризует несущую способность материала, его прочность, предшествующую разрушению.

Истинное сопротивление разрушению (S_k) – истинное напряжение, предшествующее моменту разрушения образца

$$S_k = \frac{P_k}{F_k} ,$$

где P_k – нагрузка, непосредственно предшествующая моменту разрушения, кгс(Н).

F_k – площадь поперечного сечения образца в месте разрушения, мм².

Несмотря на то, что P_{max} больше P_k , истинное сопротивление разрушению $S_k > \sigma_b$ (предела прочности), поскольку площадь поперечного сечения образца в месте разрушения F_k значительно меньше начальной площади поперечного сечения F_0 .

Для оценки пластичности металла служат **относительное остаточное удлинение образца** при растяжении ($\delta_p, \%$) и **относительное остаточное сужение площади** поперечного сечения образца ($\psi_p, \%$).

Относительное остаточное удлинение $\delta_p, \%$ определяется по формуле:

$$\delta_p = \frac{l_k - l_0}{l_0} 100\%$$

где l_k – рабочая длина образца после испытания, мм;
 l_0 – рабочая длина до испытания, мм.

Относительное остаточное сужение ($\psi_p, \%$) определяется из выражения:

$$\psi_p = \frac{F_0 - F_k}{F_0} 100\%$$

где F_0 – начальная площадь поперечного сечения образца, мм²;
 F_k – площадь сечения образца вместе разрушения, мм².

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Диаграмма растяжения (рис. 1).
4. Определения основных характеристик прочности и пластичности.
5. Выводы.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какими механическими свойствами характеризуются конструкционные материалы?
2. Что такое прочность?
3. Что называется деформацией?
4. Что называется упругой деформацией?
5. Что называется пластической деформацией?
6. Как влияет холодная пластическая деформация на прочность и пластичность?
7. Какие характерные участки можно выделить на диаграмме растяжения?
8. Почему пластическая деформация идет при возрастающей нагрузке?
9. Что такое наклеп?
10. Что такое напряжение?
11. Почему различают истинные и условные напряжения?

12. Что такое условный предел текучести, временное сопротивление и истинное сопротивление разрушению?

13. Какие вы знаете характеристики пластичности?

Практическая работа № 3

Тема: Определение ударной вязкости металлов

Цель работы - Ознакомление с методом определения ударной вязкости металлов при испытании стандартных образцов на маятниковом копре.

Это испытание хорошо выявляет качественную сторону металлов, обнаруживая дефекты, недоступные для других механических испытаний: трещины от закалки, металлургические потоки и т.д.

Ударной вязкостью называется сопротивление металла разрушению от удара.

Приборы и материалы: маятниковый копр, образцы стандартной формы, снабженные выточкой (надрезом).

Испытательные машины и приборы, форма и размеры образцов

Для испытания материалов на ударную вязкость применяется маятниковый копер (рис.3.1) типа МК-30А или КМ-30 с предельным запасом энергии 30 кГс·м. Скорость ножа маятника должна быть в пределах от 4 до 7 м/с, что соответствует подъему ножа маятника на высоту от 0,8 до 2,6 м.

Копер состоит из чугунной станины 1 с двумя вертикальными стойками 3. В верхней части этих стоек на горизонтальной оси 4 подвешен тяжелый маятник 6.

В начале испытания маятник поднимают в верхнее исходное положение и удерживают в этом положении защелкой 7. Образец помещают горизонтально на две стальные опоры, которые привинчены внизу к стойкам машины. Маятник имеет шкалу, по которой определяется совершаемая при разрушении образца работа. Для остановки маятника служит специальный тормоз 9.

Для испытания на ударную вязкость по ГОСТ 9454-60 установлена стандартная форма образца (рис. 3.1).

Образцы имеют форму квадратного бруска, ослабленного надрезом. Назначение надреза – сосредоточить деформацию, поглощенную энергией удара, в сравнительно небольшом объеме материала. Кроме того, у дна надреза возникает концентрация напряжений и объемное напряженное состояние, затрудняющее пластическую деформацию и облегчающее решение.

6. Открыть предохранительное приспособление, отбросить защелку и произвести холостой ход маятника. После чего записать с левой части шкалы величину остатка потенциальной энергии в системе u_1 .

7. Поднять маятник с закаленным ножом в исходное положение, совершив работу W_0 , закрепить его при помощи защелки на раме и запереть предохранительным устройством.

8. Уложить испытываемый образец с соблюдением мер предосторожности на опоры, расположенные в нижней части копра. При этом надрез должен быть симметрично расположен относительно опор и обращен в сторону, противоположную удару.

9. Открыть предохранительное устройство, отбросить защелку и произвести разрушение образца.

10. Записать отчет остатка энергии u_2 в системе по левой части шкалы,

$$W_2 = u_2$$

11. Определить работу по преодолению вредных сопротивлений

$$W_1 = W_1 - u_1$$

12. Определить работу, затраченную на разрушение образца

$$W = W_1 - W_2$$

13. Определить величину ударной вязкости материала ($\text{дж}/\text{м}^2$; $\text{кГм}/\text{см}^2$) по формуле

$$Q = W / F$$

Контрольные вопросы

- 1 Что называется ударной вязкостью материала?
- 2 Как определяют ударную вязкость?
- 3 Для чего изготавливаются образцы с надрезом?
- 4 От чего зависит величина ударной вязкости?
- 5 Какие нагрузки называются динамическими?

Практическая работа №4

Тема: Изучение диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов

Цель работы: Изучить диаграмму состояния железоуглеродистых сплавов. Разобраться с превращениями, происходящими в железоуглеродистых сплавах при медленном охлаждении и нагреве.

Материалы: Диаграмма состояния системы Fe – Fe₃C.

1. Основные положения

Диаграмма железоуглеродистых сплавов может быть представлена в двух вариантах: метастабильном, отражающем превращения в системе “железо-карбид железа”, и стабильном, отражающем превращения в системе “железо-графит”. Наибольшее практическое значение имеет диаграмма состояния “железо-карбид железа”, т.к. для большинства технических сплавов превращения реализуются по этой диаграмме.

Карбид железа (Fe_3C) называют *цементитом*, поэтому метастабильную диаграмму железоуглеродистых сплавов называют диаграммой состояния “железо-цементит” ($\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$).

1.1 Компоненты и фазы в железоуглеродистых сплавах

Основными компонентами железоуглеродистых сплавов являются **железо** и **углерод**, которые относятся к полиморфным элементам. В железоуглеродистых сплавах эти элементы взаимодействуют, образуя различные фазы.

Под *фазой* в общем смысле понимается однородная часть системы, имеющая одинаковый химический состав, физические свойства и отделенная от других частей системы поверхностью раздела.

Взаимодействие железа и углерода состоит в том, что углерод может растворяться как в жидком (расплавленном) железе, так и в различных его модификациях в твердом состоянии. Помимо этого он может образовывать с железом химическое соединение. Таким образом, в железоуглеродистых сплавах могут образовываться следующие *фазы*: **жидкий раствор, аустенит, феррит, цементит**.

Аустенит (обозначают А или γ) – твердый раствор внедрения углерода в Fe_γ . Имеет ГЦК – решетку, растворяет углерода до 2,14 %, немагнитен, твердость (НВ 160-200).

Феррит (обозначают Ф или α) – твердый раствор внедрения углерода в Fe_α . Имеет ОЦК – решетку, растворяет углерода до 0,02 % (727 °С), при 20 °С менее 0,006 %, ферромагнитен до температуры 769 °С, твердость (НВ 80-100).

Цементит (Ц) – химическое соединение железа с углеродом (Fe_3C). Содержит 6,67 % С. При нормальных условиях цементит тверд (НВ 800) и хрупок. Слабо ферромагнитен до 210 °С.

1.2 Превращения в железоуглеродистых сплавах

Диаграмма состояния $\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$ (рис. 4.1) показывает фазовый состав и превращения в сплавах с концентрацией от чистого железа до цементита. Превращения в железоуглеродистых сплавах происходит как при кристаллизации (затвердевании) жидкой фазы (Ж), так и в твердом состоянии.

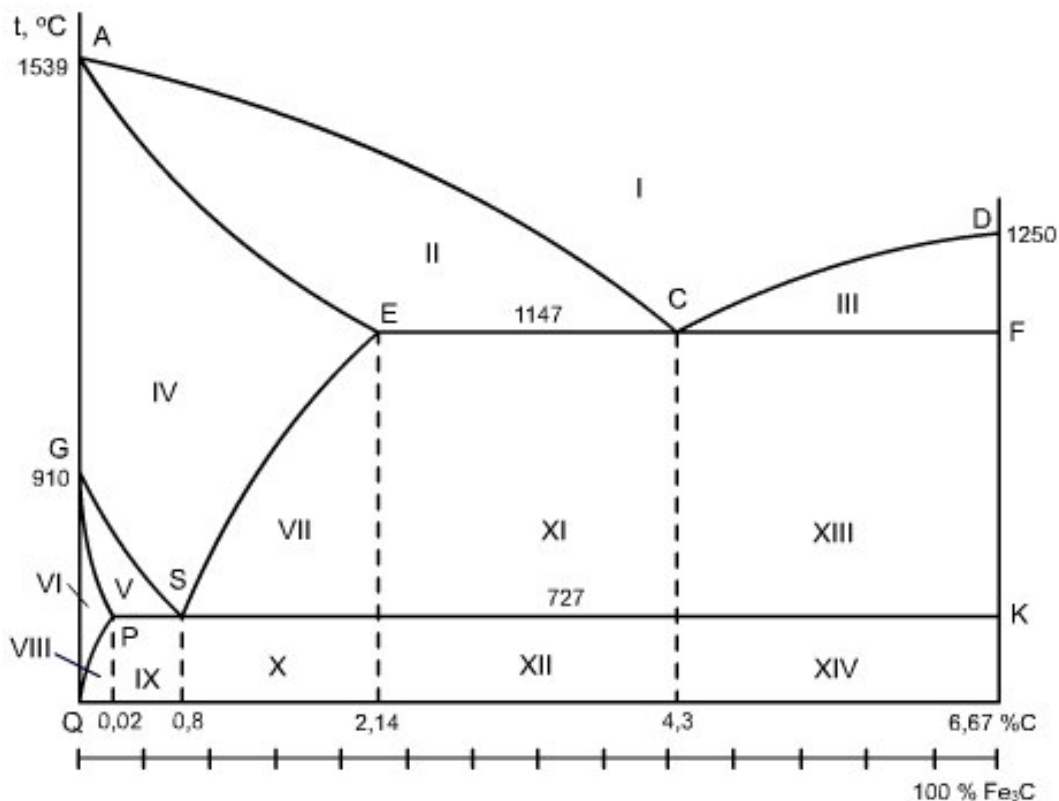


Рисунок 4.1- Диаграмма состояния Fe – Fe₃C (в упрощенном виде).

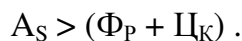
Первичная кристаллизация идет в интервале температур, ограниченных линиями **ликвидус** (ACD) и **солидус** (AECF).

Вторичная кристаллизация происходит за счет превращения железа одной аллотропической модификации в другую и за счет изменения растворимости углерода в аустените и феррите, которая уменьшается с понижением температуры. Избыток углерода выделяется из твердых растворов в виде цементита. В сплавах системы Fe-Fe₃C происходят следующие изотермические превращения:

Эвтектическое превращение на линии ECF (1147 °C) (*Эвтектикой* называют равномерную мелкодисперсную механическую смесь двух фаз, которые одновременно кристаллизуются из жидкого сплава.)



Эвтектоидное превращение на линии PSK (727 °C) (*Эвтектоид* - это механическая смесь двух фаз, образующаяся из твердого раствора.)



Эвтектическая смесь аустенита и цементита называется **ледебуритом** (Л), а эвтектоидная смесь феррита и цементита – **перлитом** (П).

Ледебурит содержит 4,3 % углерода. При охлаждении ледебурита ниже линий PSK входящий в него аустенит превращается в перлит и при нормальной температуре ледебурит представляет собой смесь перлита и цементита и называется ледебуритом превращенным (Л пр). Цементит в этой структурной составляющей образует сплошную матрицу, в которой размещены колонии

перлита. Такое строение ледебурита объясняет его большую твердость (НВ 700) и хрупкость.

Перлит содержит 0,8 % углерода. В зависимости от формы частичек цементит бывает пластинчатый и зернистый. Является прочной структурной составляющей с твердостью (НВ210).

1.3 Линии диаграммы состояния Fe – Fe₃C

Линии диаграммы представляют собой совокупность критических точек сплавов с различным составом, характеризующих превращения в этих сплавах при соответствующих температурах.

Рассмотрим значение линий диаграммы при медленном охлаждении.

ACD – линия ликвидус. Выше этой линии все сплавы находятся в жидком состоянии.

AECF – линия солидус. Ниже этой линии все сплавы находятся в твердом состоянии.

AC – из жидкого раствора выпадают кристаллы аустенита.

CD – линия выделения первичного цементита.

AE – заканчивается кристаллизация аустенита.

ECF – линия эвтектического превращения.

GS – определяет температуру начала выделения феррита из аустенита (910-727 °С).

GP – определяет температуру окончания выделения феррита из аустенита.

PSK – линия эвтектоидного превращения.

ES – линия выделения вторичного цементита.

PQ – линия выделения третичного цементита.

1.4 Области диаграммы состояния Fe – Fe₃C

Линии диаграммы делят все поле диаграммы на области равновесного существования фаз. Каждой области диаграммы соответствует определенное структурное состояние, сформированное в результате происходящих в сплавах превращений.

I – Жидкий раствор (Ж).

II – Жидкий раствор (Ж) и кристаллы аустенита (А).

III – Жидкий раствор (Ж) и кристаллы цементита первичного (Ц_I).

IV – Кристаллы аустенита (А).

V – Кристаллы аустенита (А) и феррита (Ф).

VI – Кристаллы феррита (Ф).

VII – Кристаллы аустенита (А) и цементита вторичного (Ц_{II}).

VIII – Кристаллы феррита (Ф) и цементита третичного (Ц_{III}).

IX – Кристаллы феррита (Ф) и перлита (П).

X – Кристаллы перлита (П) и цементита вторичного (Ц_{II}).

XI – Кристаллы аустенита (А), ледебурита (Л) и цементита вторичного (Ц_{II}).

XII – Кристаллы перлита (П), цементита вторичного (Ц_{II}) и ледебурита превращенного (Л пр).

XIII – Кристаллы ледебурита и цементита первичного (Ц_I).

XIV – Кристаллы цементита первичного (Ц_I) перлита (П) и ледебурита превращенного (Л пр).

2. Оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Диаграмма состояния Fe – Fe₃C с обозначением фаз и структурных составляющих по всем областям диаграммы.
4. Характеристика линий и структурных составляющих железоуглеродистых сплавов.
5. Подробное описание изменений структуры при медленном охлаждении контрольного сплава, который выбирают, согласно своего варианта по таблице 4.1. (Фрагмент диаграммы с контрольным сплавом рис. 4.2).
6. Выводы.
7. Ответы на контрольные вопросы.

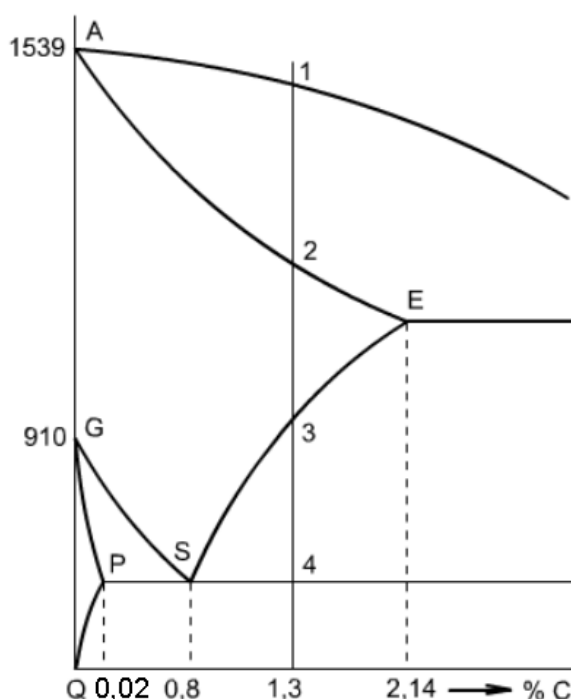


Рисунок- 4.2- Фрагмент диаграммы состояния Fe – Fe₃C с нанесенной ординатой состава сплава, содержащего 1,3 % C.

3. Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое фаза?
2. Что такое аустенит?
3. Что такое феррит?
4. Что такое цементит?
5. Какими линиями диаграммы ограничивается температурный интервал первичной кристаллизации?
6. В чем состоит сущность эвтектического превращения?
7. В чем состоит сущность эвтектоидного превращения?

8. Что такое ледебурит?
9. Что такое перлит?
10. На какой линии происходят эвтектические превращения?
11. На какой линии происходят эвтектоидные превращения?
12. Линия выделения первичного цементита?
13. Линия выделения вторичного цементита?
14. Линия выделения третичного цементита?
15. Назовите фазы железоуглеродистых сплавов.
16. Максимальное растворение углерода в Fe□?
17. Максимальное растворение углерода в Fe□?
18. Содержание углерода в цементите?
19. При какой температуре происходит эвтектическое превращение?
20. При какой температуре происходит эвтектоидное превращение?

4. Варианты контрольных сплавов

Таблица 4.1- Содержание углерода в сплаве по вариантам

№ п/п	% С	№ п/п	% С	№ п/п	% С
1	0,2	11	5,1	21	1,2
2	1,1	12	2,8	22	3,5
3	3,0	13	1,1	23	4,3
4	4,3	14	0,45	24	5,5
5	5,0	15	1,7	25	0,15
6	0,02	16	1,0	26	0,8
7	0,35	17	4,5	27	0,9
8	0,8	18	2,7	28	2,4
9	1,3	19	0,7	29	4,7
10	2,5	20	0,4	30	1,2

Практическая работа №5

Тема: «Изучение термической и химико-термической обработки».

Цель работы: повторить и закрепить знания по видам термической и химико-термической обработки, провести сравнительный анализ между видами обработки, а также дать характеристику отдельным видам обработки.

Оснащение работы: диаграмма железо-углерод.

1. Ход работы

1. Вспомнить сущность термической и химико-термической обработки.
2. Ответить на вопросы, заполнить таблицы.

Таблица 5.1 - Характеристика термической и химико-термической обработки

Характеристика	Т.О.	Х.Т.О.
1. Цель обработки		
2. Этапы работы		
3. Виды		

Таблица 5.2 - Характеристика видов термической обработки

Виды	Назначение	Т	Среда
Закалка			
Отжиг			
Отпуск			
Нормализация			

Таблица 5.3 - Характеристика видов химико-термической обработки

Цементация		
Определение	Применение	Окружающая среда
Азотирование		
Определение	Применение	Окружающая среда
Цианирование		
Определение	Применение	Окружающая среда
Нитроцементация		
Определение	Применение	Окружающая среда

3. Дать полную характеристику одного вида обработки (по заданию преподавателя).

4. Сделать вывод о проделанной работе.

2. Теоретическая часть

Целью термической обработки является изменение свойств металла путем изменения его структуры. В современном машиностроении широко применяют термическую обработку стали, чугунов и цветных сплавов для создания необходимых свойств: прочности, твердости, износостойкости, обрабатываемости или особых химических и физических свойств.

Основными операциями или видами термической обработки являются:

1. Отжиг
2. Закалка
3. Отпуск
4. Нормализация.

Широко применяется химико-термическая обработка.

Рассмотрим различные виды основных операций Т.О.

2.1 Отжиг стали — это один из видов термообработки, применяемый в качестве подготовительной или заключительной операции при закалке, сварке, обработке резанием или давлением. Основное назначение отжига заключается в изменении структуры стали для снижения ее твердости и придания ей пластичности и ударной вязкости, а также устранения внутренних напряжений.

2.1.1 Отжиг первого рода

Виды отжига стали различаются воздействием на внутреннюю структуру металла. Отжиг первого рода происходит без фазовых превращений кристаллической структуры стали, а второго — с изменением фазовых составляющих. Как правило, первый вид применяется после литья, горячей и холодной обработки давлением, а также различных видов обработок резанием. Он имеет несколько вариантов технологии отжига, которые используют в зависимости от того, какие неравновесные состояния структуры стали предполагается устранить, в том числе: *рекристаллизационный*; *гомогенизационный (диффузионный)*; *высокий*.

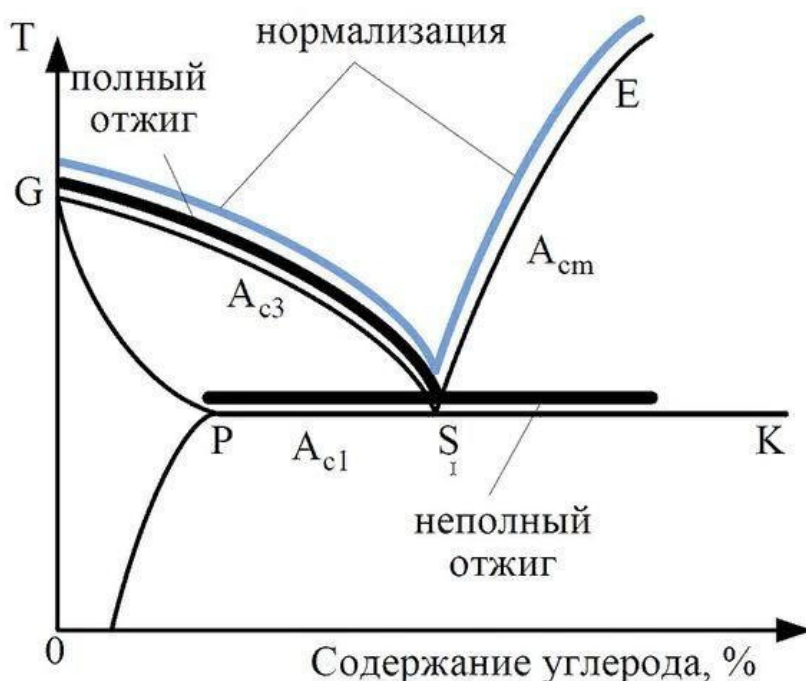


Рисунок 5.1- Виды термообработки

Гомогенизационный отжиг

Данным методом чаще всего отжигают литые заготовки из легированных сталей с целью улучшения их пластичности и повышения однородности микроструктуры. Этот вид термообработки также называют диффузионным отжигом, т. к. выравнивание распределения химических элементов по объему изделия происходит с помощью диффузии.

При гомогенизирующем отжиге сталь разогревают до температур, близких к плавлению (до 1200 °С), а затем медленно остужают в печи в течение десятков часов. В результате большой длительности процесса металл становится крупнозернистым. Это недостаток исправляют последующей термообработкой, отжигая деталь на мелкое зерно.

Рекристаллизационный отжиг

При обработке стальных деталей давлением происходит деформационное упрочнение металла, которое называется нагартовкой или наклепом. Для снижения жесткости и повышения пластичности применяют рекристаллизационный отжиг, позволяющий восстановить деформации и искажения в кристаллической решетке стали. Для этого деталь нагревают до температуры, превышающей на $150\div 200$ °С порог рекристаллизации (для углеродистой стали это составляет около 700 °С), выдерживают под нагревом, а затем остужают. При операциях холодной штамповки этот вид термообработки может применяться как в качестве предварительного или межоперационного, для снижения жесткости заготовки, так и в качестве окончательного, для придания готовому изделию требуемой пластичности.

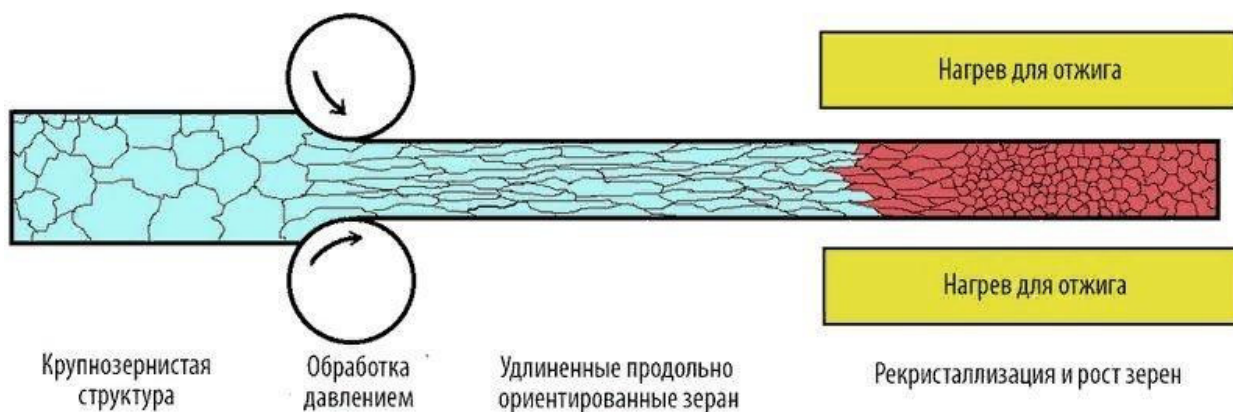


Рисунок 5.2 - Рекристаллизационный отжиг

Высокий отжиг

Этот вид термообработки используют главным образом для изделий из высоколегированных сталей с малым содержанием углерода. Для этого деталь нагревают до $650\div 700$ °С, выдерживают при этой температуре около часа, а затем медленно охлаждают либо в остывающей печи, либо полностью засыпав просушенным песком в специальном ящике. Таким способом отжигают зубчатые колеса после механической обработки.

2.1.2 Отжиг второго рода

Устранить дефекты внутренней структуры стали можно путем фазовых превращений ее составляющих, для чего металл сначала необходимо нагреть до температуры перехода в аустенит (727 °С). На этом принципе основан ряд термических технологий, которые называют отжигами второго рода. В эту группу входят следующие виды отжигов: *полный*; *неполный*; *изотермический*; *нормализационный*; *маятниковый*. Все они характеризуются нагревом выше критической точки, а различаются временем выдержки и охлаждения, а также применимостью к конкретным маркам стали.

Полный и неполный отжиг

Полный отжиг сталей применяют для уменьшения их зернистости, вследствие чего повышается пластичность и ударная вязкость, а также снижаются внутренние напряжения. Температура нагрева при этом методе не должна превышать критическую точку A_{c3} более чем на 50 °С, а охлаждение проводится постепенно, вместе с остыванием печи. Этот метод применим только к сталям с

содержанием углерода до 0.8 %, т. к. при большем значении этого параметра резко возрастает зернистость. Для получения таких же результатов при термообработке высокоуглеродистых сталей (с содержанием углерода более 0.8 %) используют неполный отжиг, при котором изделие нагревают на 30÷50 °С выше температуры A_{c1} , а затем также медленно охлаждают. Оба метода основаны на фазовом переходе от аустенита к перлиту, а их результатом является уменьшение размера зерна и улучшение соответствующих физических характеристик металла.

Изотермический отжиг

Изотермический отжиг проводят путем нагрева изделия выше точки A_{c3} с последующим его переносом в печь или ванну с расплавом солей, разогретую до температуры 620÷700 °С. В этом месте оно выдерживается определенное время до полного распада аустенита, а затем остужается на воздухе. Длительность выдержки определяется габаритами детали и маркой стали: для низкоуглеродистой стали это могут быть минуты, а для легированной — часы. Данный вид термообработки предназначен для сталей с содержанием углерода менее 0.8 % и чаще всего используется для улучшения структурных свойств легированных сталей.

Нормализационный отжиг

При нормализации сталь также нагревается до критической температуры и переходит в состояние аустенита. Но после этого она охлаждается не в печи, а на открытом воздухе. Это намного упрощает технологический процесс, т. к. не требует технологического оборудования и сокращает временной цикл термообработки. Нормализацию сталей с содержанием углерода менее 0.3 % можно проводить вместо отжига второго рода. При большем содержании углерода у нее возрастает твердость и прочность, что не всегда приемлемо для механообработки. В результате нормализации низкоуглеродистых сталей у них формируется более тонкая структура, поэтому этот вид термообработки иногда носит название стабилизирующий отжиг.

Маятниковый отжиг

Для получения структуры зернистого перлита, который имеет меньшую хрупкость и твердость, но при этом обладает хорошей пластичностью и вязкостью, сталь подвергают нескольким циклам нагрева выше температуры образования аустенита с последующим остужением до 670÷700 °С. Эта процедура называется маятниковым (или циклическим) отжигом и при повторении нагрева/охлаждения не менее трех раз позволяет получить перлит со стопроцентной зернистостью.

Используемое оборудование сегодня

В термических цехах для закалки, отпуска и отжига изделий из стали, как правило, используют одно и то же оборудование. Нагрев осуществляют в камерных печах с открытыми или закрытыми источниками тепла, а также индукционными и газопламенными установками. Отдельные виды этого оборудования могут работать с защитными средами из вакуума или химически нейтральных газов. Для выполнения изотермических операций применяют печи или ванны с расплавленными металлами и солями. Транспортировка изделий производится специальными тележками с рельсовыми направляющими, при этом остужение изделий на воздухе обычно осуществляется прямо на этих транспортных средствах. Для погрузки и разгрузки деталей используются мостовые и консольные краны и кран-балки.

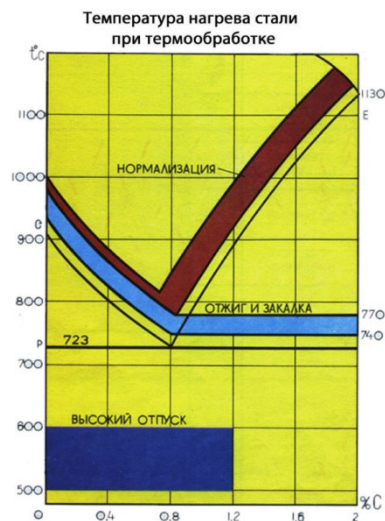


Рисунок 5.3 – Схемы термообработки

2.2 Закалка металла — это термическая обработка, которой чаще всего подвергаются углеродистые и легированные стали с целью повышения их твердости и улучшения прочностных характеристик. Несколько реже встречается термообработка цветных металлов, в частности отпуск, отжиг и закалка меди, латуни и бронзы, а также сплавов алюминия и титана.

Необходимо отметить, что закалывание этих соединений в отличие от углеродистых сталей не всегда приводит к их упрочнению, некоторые сплавы меди после этого, наоборот, становятся более пластичными и мягкими. Гораздо чаще изделия из цветных металлов подвергаются отпуску для снятия напряжения после отливки, штамповки, прокатки или волочения.

Способы закалки стали:

в одном охладителе – применяется при работе с деталями несложной конфигурации из углеродистых и легированных сталей;

- прерывистый в двух средах – востребован для обработки высокоуглеродистых марок, которые сначала остужают в быстро охлаждающей среде (воде), а затем в медленно охлаждающей (масле);

- струйчатый – обычно востребован при частичной закалке изделия, осуществляется в установках ТВЧ и индукторах обрызгиванием детали мощной струей воды;

- ступенчатый – процесс, при котором деталь остывает в закалочной среде, приобретая во всех точках сечения температуру закалочной ванны, окончательное охлаждение осуществляют медленно;

- изотермический – похож на предыдущий вид закалки стали, отличается от него временем пребывания в закалочной среде.

2.3 Отпуском металла называют один из видов термической обработки, при которой сохраняется его фазовое состояние, но при этом корректируется ряд закалочных характеристик. В первую очередь при отпуске резко уменьшается напряжение внутренней структуры, которое возникает в результате деформаций кристаллической решетки при закалке. Кроме того, снижается жесткость и хрупкость. Такая структура сохраняет свойства закаленного металла, но вместе с тем становится более пластичной и вязкой.

Низкий отпуск

Низкой отпуск производится в температурном диапазоне 120÷300 °С. Выбор конкретного температурного режима зависит от марки металла и требуемого результата. Чаще всего таким способом снижают внутренние напряжения и несколько повышают вязкость инструментальных сталей, которым требуется повышенная твердость и стойкость к износу. При 120÷150 °С изменения твердости не происходит, а только снижаются остаточные напряжения. Для ее уменьшения изделие необходимо нагреть как минимум до 200 °С и выдерживать в этих условиях не менее одного часа. В интервале от 200 °С до 300 °С начинается формирование мартенсита отпуска и происходит уменьшение твердости с одновременным увеличением вязкости стали. Кроме инструментальных, низкий отпуск с нагреванием до 250 °С применяется и для конструкционных сталей, поверхность которых была подвергнута термохимической обработке.

Средний отпуск

Средний отпуск предназначен для термообработки стальных изделий, которые должны сочетать в себе повышенную прочность и упругость с заданными параметрами вязкости. Как правило, таким способом отпускают рессорные и пружинные стали, работающие в режиме переменных динамических нагрузок. Температурный диапазон в этом случае составляет от 300 °С до 450 °С, а твердость снижается до 45÷50 HRC против 60÷63 при низкотемпературном отпуске. После такой термообработки сталь приобретает трооститную структуру. Выдержка при нагреве при среднем отпуске может составлять до нескольких часов, а охлаждение проводится естественным путем на спокойном воздухе.

Высокий отпуск

Высокий отпуск проводится в температурном диапазоне, приближенном к критической точке: от 450 °С до 650 °С. После такой термообработки сталь становится пластичной, у нее повышается относительное удлинение и сужение, а также ударная вязкость. Это связано с тем, что металл приобретает структуру сорбита отпуска и у него на 95 % снижаются внутренние напряжения. Таким способом отпускают изделия, работающие в условиях ударных нагрузок: валы, оси, шатуны, детали прессов и кузнечных молотов. Если же сталь отпускать при 690 °С, то в ее структуре будет превалировать зернистый перлит, а сама она будет иметь максимальную пластичность и минимальную прочность. У некоторых ванадиевых, хромовых и вольфрамовых сталей при отпускании с нагреванием до 560 °С может происходить образование троостита, что ведет к повышению твердости (т. н. вторичная твердость).

2.4 Нормализация стали представляет собой обработку металла термическим образом, при котором его нагревают выше верхнего критического порога A_{cm} и A_{c3} на величину в 30–50 градусов по Цельсию. На этом уровне происходит выдержка металла, а далее его охлаждение при обычных температурных условиях окружающей среды.

Основной целью нормализации является достижение эффекта нивелирования напряжений, которые возникли в структуре материала по тем или иным причинам. В результате сталь легче обрабатывать разными способами, и она получает дополнительные характеристики в результате обработки.

Нормализация позволяет переводить крупнозернистую структуру металла в более мелкое состояние. Такая обработка улучшает способность к закалке, обработке при помощи резания, позволяет удалять сетку так называемого вторичного цемента в стали заэвтектоидной

2.5 Цель химико-термической обработки

получить поверхностный слой, обладающий особыми свойствами. Такими свойствами может быть высокая твердость, износостойкость, жаропрочность, окислительно- или коррозионная стойкость.

Нагретые детали подвергают воздействию среды, из которой путем диффузии поверхностный слой насыщается некоторыми элементами: углеродом, азотом, алюминием, хромом, кремнием и т. д. Диффузия лучше всего протекает, если в процессе химико-термической обработки элемент, которым производится насыщение поверхности, находится в атомарном состоянии.

Любой вид химико-термической обработки состоит из следующих процессов:

— *диссоциация* — распад молекул и образование активных атомов насыщенного элемента, протекает во внешней среде;

— *адсорбция* — поглощение (растворение) поверхностью металла свободных атомов, происходит на границе газ—металл;

— *диффузия* — перемещение атомов насыщающего элемента с поверхности вглубь металла.

Насыщающий элемент должен взаимодействовать с основным металлом, образуя твердые растворы или химические соединения, иначе процессы адсорбции и диффузии невозможны. Глубина проникновения диффундирующих атомов (толщина диффузионного слоя) зависит от состава стали, температуры и продолжительности насыщения.

Цементация — это процесс диффузионного насыщения поверхностного слоя стали углеродом. Целью цементации является получение твердой и износостойкой поверхности в сочетании с вязкой сердцевиной. Для этого поверхностный слой обогащают углеродом до концентрации 0,8—1,0 % и проводят закалку с низким отпуском.

Цементацию проводят при температурах 920—950°C, когда устойчив аустенит, растворяющий углерод в больших количествах. Для цементации используют низкоуглеродистые стали (0,1—0,3 % C), поэтому сердцевина стального изделия сохраняет вязкость. Толщина (глубина) цементированного слоя составляет 0,5—2,5 мм.

Структура слоя после цементации обычно получается крупнозернистой, так как выдержку проводят при высокой температуре. Для исправления структуры, измельчения зерна и повышения комплекса механических свойств поверхностного слоя проводят термообработку: закалку (820—850°C) и низкий отпуск (150-170°C).

После термической обработки структура поверхностного слоя представляет собой мартенсит или мартенсит с небольшим количеством карбидов (твердость HRC 60—64). Структура сердцевины деталей из углеродистых сталей — феррит и перлит; из легированных сталей — низкоуглеродистый мартенсит, троостит или сорбит (твердость HRC 20—40) в зависимости от марки стали и размеров изделия.

Науглероживающей средой при цементации служат:

— твердые карбюризаторы (науглероживающие вещества), в качестве которых применяют смесь древесного угля с углекислым барием, кальцием и натрием;

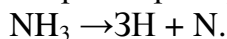
— жидкие соляные ванны, в состав которых входят поваренная соль, углекислый натрий, цианистый натрий и хлористый барий;

— газы, содержащие углерод (природный, светильный и др.). Газовая цементация является основным процессом для массового производства.

Цементируют детали, работающие в условиях трения, при больших давлениях и циклических нагрузках, например, шестерни, поршневые пальцы, распределительные валы и др.

Азотирование— это процесс диффузионного насыщения поверхностного слоя стали азотом для придания этому слою высокой твердости, износостойкости и устойчивости против коррозии.

Процесс азотирования состоит в выдержке в течение довольно длительного времени (до 60 часов) деталей в атмосфере аммиака при температуре 500—600°С. Аммиак при нагреве разлагается на азот и водород:



Активные атомы азота проникают в решетку железа и диффундируют в ней. При этом образуются нитриды железа, но они не обеспечивают достаточной твердости. Высокую твердость азотированному слою придают нитриды легирующих элементов, таких как хром, молибден, алюминий, титан.

Поэтому азотированию подвергают легированные стали, содержащие указанные элементы, например, 35ХМОА, 18ХГТ, 40Х и др. Углеродистые стали подвергают только антикоррозионному азотированию.

Азотированию подвергают готовые изделия, уже прошедшие механическую и окончательную термическую обработку (закалку с высоким отпуском). Они имеют высокую прочность и вязкость, которые сохраняются в сердцевине детали и после азотирования. Высокая прочность металлической основы необходима для того, чтобы тонкий и хрупкий азотированный слой не продавливался при работе детали. Глубина азотированного слоя составляет 0,3—0,6 мм. Высокая твердость поверхностного слоя достигается сразу после азотирования и не требует последующей термической обработки.

Азотированию подвергают детали автомобилей: шестерни, коленчатые валы, гильзы, цилиндры и др.

Цианирование (нитроцементация) — это процесс совместного насыщения поверхности стальных изделий азотом и углеродом.

Нитроцементация и цианирование стали – операции, преследующие одну цель, но проходящие в разных средах.

Основной целью цианирования является повышение твердости и износостойкости деталей.

Цианирование может производиться:

— в расплавленных солях, содержащих цианистый натрий NaCN или цианистый калий KCN, либо

— в газовой среде (нитроцементация), состоящей из эндотермического газа с добавлением природного газа и аммиака.

Состав и свойства цианированного слоя зависят от температуры проведения цианирования. С повышением температуры содержание азота в слое уменьшается, а углерода увеличивается.

В зависимости от температуры процесса различают:

— высокотемпературное цианирование. Проводится при 850—950°С. После цианирования детали охлаждают на воздухе, а затем подвергают закалке и низкому отпуску. Применяют для деталей из низкой среднеуглеродистых, а также легированных сталей;

— низкотемпературное цианирование. Температура цианирования 500—600°С. Поверхностный слой насыщается преимущественно азотом. Применяют для деталей из среднеуглеродистых сталей и инструмента из быстрорежущей стали.

Цианирование широко применяют в тракторном и автомобильном производстве.

Стали, которые прошли обработку методом цианирования, резко отличаются от обычных увеличением параметра усталостной прочности, предела выносливости. Область применения таких сталей разнообразна: конструкции строительные сварного типа; переплеты фонарные, а также оконные в зданиях промышленного назначения; различные мелкие метизы: шайбы, собачки, заклепки, звездочки, муфты – все то, что эксплуатируется при температуре до -40 градусов по Цельсию; шестерни, валы в механизмах, где присутствует трение.

Диффузионная металлизация— это процесс диффузионного насыщения поверхностных слоев стали различными металлами (алюминием-алитирование, хромом - хромирование, кремнием - силицирование, бором - борирование). После диффузионной металлизации детали приобретают ряд ценных свойств, например, жаростойкость, окалиностойкость и др.

Диффузионная металлизация может проводиться:

— в твердой среде; металлизатором является ферросплав (феррохром, ферросилиций и т. д.) с добавлением хлористого аммония (NH_4Cl);

— в расплавленном металле с низкой температурой плавления (цинк, алюминий), которую проводят погружением детали в расплав;

— в газовой среде, содержащей хлориды различных металлов. При твердой и газовой металлизации насыщение происходит с помощью летучих соединений хлора с металлом AlCl_3 , SiCl_4 , и др., которые при $1000\text{—}1100^\circ$ вступают в обменную реакцию с железом с образованием активного диффундирующего атома металла.

Алитирование— это процесс диффузионного насыщения поверхностного слоя алюминием. Проводится в порошкообразных смесях или расплавленном алюминии. Толщина алитированного слоя составляет $0,2\text{—}1,0$ мм; концентрация алюминия в нем до 30 %. Алитирование применяют для повышения коррозионной стойкости и жаростойкости деталей из углеродистых сталей, работающих при высокой температуре.

Хромирование — это процесс диффузионного насыщения поверхности хромом. Толщина слоя составляет $0,2$ мм. Хромирование используют для изделий из сталей любых марок. При хромировании обеспечивается высокая стойкость против газовой коррозии до 800°C , окалиностойкость и износостойкость деталей в агрессивных средах (морская вода, кислоты).

Силицирование— это процесс диффузионного насыщения поверхности кремнием. Толщина слоя составляет $0,3\text{—}1,0$ мм. Силицирование обеспечивает наряду с повышенной износостойкостью высокую коррозионную стойкость стальных изделий в кислотах и морской воде. Применяется для деталей, используемых в химической и нефтяной промышленности.

Борирование— это процесс диффузионного насыщения поверхности бором. Толщина борированного слоя достигает $0,4$ мм. Борирование придает поверхностному слою исключительно высокую твердость, износостойкость и устойчивость против коррозии в различных средах.

Индивидуальное задание:

- 1 Рекристаллизационный отжиг
- 2 Гомогенизационный отжиг

- 3 Высокий отжиг
- 4 Полный отжиг
- 5 Неполный отжиг
- 6 Изотермический отжиг
- 7 Нормализационный отжиг
- 8 Маятниковый отжиг
- 9 Закалка в одном охладителе
- 10 Закалка прерывистая
- 11 Закалка струйчатая
- 12 Закалка ступенчатая
- 13 Закалка изотермическая
- 14 Низкий отпуск металла
- 15 Средний отпуск
- 16 Высокий отпуск
- 17 Нормализация
- 18 Цементация
- 19 Азотирование
- 20 Цианирование
- 21 Нитроцементация

Практическая работа №6

Тема: Классификация и маркировка сталей и чугунов

Цель работы: изучение классификации, состава и маркировки сталей и чугунов.

1. Введение

В различных отраслях промышленного производства наибольшее применение получили чёрные металлические сплавы - стали и чугуны.

Сталь - сплав железа (основа) с углеродом (до 2,14%), всегда содержит в определенных количествах постоянные примеси: марганец, кремний, серу, фосфор и газы (кислород, азот, водород).

Чугун - сплав железа с углеродом (более 2,14% до 6,67%). Чугун также содержит постоянные примеси и газы.

И в стали, и в чугуны вводят различные легирующие элементы с целью повышения механических характеристик и получения специальных свойств.

2. Классификация и маркировка сталей

2.1 Стали классифицируют по следующим признакам:

- химическому составу,
- способу производства,
- качеству,
- степени раскисления,
- назначению и структуре.

По химическому составу различают стали *углеродистые и легированные*. Сталь, содержащая железо, углерод и постоянные примеси в количестве до 0,5-0,8%Mn; 0,3-0,4%Si (содержание серы и фосфора определяются качеством стали) называется *углеродистой*.

Если же в процессе выплавки стали к ней добавляют легирующие элементы - хром, никель, ванадий и др., а также марганец и кремний в повышенном количестве по сравнению с углеродистой, то такую сталь называют *легированной*.

Углеродистые стали по содержанию в них углерода подразделяют на низкоуглеродистые (до 0,3 % С), среднеуглеродистые (0,3 - 0,7%С) и высокоуглеродистые (более 0,7 % С).

Легированные стали в зависимости от наличия в них легирующих элементов называют хромистыми, кремнистыми, хромоникелевыми и т.п., а в зависимости от общего содержания легирующих элементов подразделяют на низколегированные - до 3 %, среднелегированные от 3 до 10 % и высоколегированные - более 10 %.

По способу производства различают стали *мартеновские* (выплавка в мартеновских печах) – переработка чугуна, металлического лома и отходов металлургического производства; *бессемеровские* (конвертерные) – выплавляемые в конверторах с продувкой кислородом, однородны по составу, имеют низкое содержание азота, серы и фосфора; *электростали*, выплавляемые в электрических печах, по качеству превосходят все остальные виды и, наконец, *стали особых методов выплавки* (индукционный нагрев, магнитное перемешивание и т.д.).

По качеству стали классифицируют на обыкновенного качества, качественные, высококачественные и особо высококачественные.

Критерием качества стали является, главным образом, содержание вредных примесей - серы и фосфора. Стали обыкновенного качества содержат до 0,060 % S и 0,070 % P, качественные - до 0,040 % S и 0,035 % P, высококачественные - не более 0,025 % S и 0,025 % P, а особо высококачественные - не более 0,015 % S и 0,025 % P.

Необходимо отметить, что углеродистые стали могут быть обыкновенного качества и качественные, а легированные только качественные или высококачественные (особо высококачественные).

По степени раскисления стали делят на спокойные (сп) - полностью раскисленные ферромарганцем, феррокремнием и алюминием; кипящие (кп) - частично раскисленные только ферромарганцем, в ней сохраняется много окиси железа, которая взаимодействует с углеродом, выделяя газ СО (пузырьки газа создают впечатление “кипения”); полуспокойные (пс) – раскисленные ферромарганцем и алюминием – промежуточное положение между кипящей и спокойной сталями. Степень раскисления стали указывается в конце обозначения марки, например, Ст3кп, БСт2пс, ВСт1сп.

По назначению стали подразделяют на конструкционные (для изготовления деталей машин и конструкций), инструментальные (для различного рода инструмента) и специальные стали с особыми свойствами (с коэффициентом расширения, магнитные и др.).

2.2 Маркировка сталей

Для сталей в России принята буквенно-цифровая маркировка. Цифры и буквы указывают на приблизительный состав стали.

1. Углеродистые конструкционные стали обыкновенного качества в соответствии с ГОСТ380-88 поставляют трех групп:

- группа А - с гарантируемыми структурой и механическими свойствами ($\sigma_B, \sigma_T, \delta$);

- группа Б - с гарантируемым химическим составом, допускается наличие хрома, никеля, меди в количестве не более 0,30 % каждого элемента;

- группа В - с гарантируемыми механическими свойствами и химическим составом.

Маркируют стали обыкновенного качества буквами Ст и условным номером от 0 до 6.

Если сталь относится к группе А, то обозначение группы в марке не указывают: Ст0, Ст1, Ст2...Ст6.

Если сталь относится к группе Б, то в начале марки ставят букву "Б": БСт0, БСт1 ... БСт6.

Стали группы В маркируют: ВСт1, ВСт2 ... ВСт5.

Стали всех групп с номером марок 1 - 4 производят кипящими, полуспокойными и спокойными, а с номерами 5 и 6 - только полуспокойными и спокойными.

Стали обыкновенного качества используют для изготовления листов, полос, прокатных профилей, труб, а также для деталей в мостостроении и судостроении.

2. Углеродистые качественные конструкционные стали (ГОСТ1050-88) обозначают двузначным числом, показывающим среднее содержание углерода в стали в сотых долях процента.

Например, стали марок 08, 20, 45 содержат в среднем соответственно 0,08%; 0,20%; 0,45% углерода.

Из них может быть изготовлена большая номенклатура деталей от шайб, втулок, шестерён, шпинделей, шатунов до деталей, работающих в условиях трения (рессоры и пружины).

3. Углеродистые качественные инструментальные стали (ГОСТ1435-90) маркируют следующим образом:

впереди ставят букву У, за ней цифру (от 7 до 13), указывающую среднее содержание углерода в десятых долях процента. Например, сталь марки У9 содержит в среднем 0,9 % С; У12 - 1,2 % С и т.д.

Для высококачественных углеродистых инструментальных сталей в конце обозначения марки стали ставят букву А.

Например, У7А, У13А.

Из этих сталей может быть изготовлен режущий инструмент – резцы, напильники и др., работающий с небольшими скоростями резания, а также штампы для холодного деформирования для обработки малопрочных материалов.

4. Легированные конструкционные стали (ГОСТ 4543-71) маркируют двухзначным числом, показывающим среднее содержание углерода в сотых долях процента, далее следуют буквы и цифры.

Буквы обозначают легирующие элементы (например, Б – ниобий, В – вольфрам, Г – марганец, Д – медь, К – кобальт, М – молибден, Н – никель, Р – бор, С – кремний, Т – титан, Ф – ванадий, Х – хром, Ю – алюминий). Цифры после букв показывают примерное содержание соответствующего легирующего элемента в целых процентах. Если цифра после буквы отсутствует, это означает, что содержание данного легирующего элемента в стали составляет примерно 1 %. Для высококачественных сталей в конце обозначения марки ставят букву А. Например,

сталь марки 12Х2Н4А содержит в среднем 0,12 % С, ≈ 2 % Cr, ≈ 4 % Ni и является высококачественной.

Конструкционные легированные стали широко применяются в автомобильной промышленности, строительстве и тяжёлом машиностроении для деталей машин и механизмов, работающих в условиях сложного нагружения под действием статических, динамических и знакопеременных нагрузок.

5. Легированные инструментальные стали (ГОСТ 5950-73) маркируют однозначным числом, показывающим среднее содержание углерода в десятых долях процента, далее следуют буквы и цифры.

Принцип обозначения легирующих элементов и их содержание в этих сталях аналогичен с маркировкой конструкционных. Если же сталь начинается с буквы (кроме буквы У), то в стали около 1 % С. Например, сталь марки 9ХС содержит в среднем 0,9 % С, ≈ 1 % Cr, ≈ 1 % Si; сталь марки ХВГ содержит ≈ 1 % С, ≈ 1 % Cr, ≈ 1 % W, ≈ 1 % Mn.

Инструментальные легированные стали применяют для изготовления всех видов инструментов: режущего (резцы, развёртки, протяжки), штампованного (штампы для холодного и горячего деформирования), измерительного (калибры, меры, шаблоны).

6. Специальные стали это высоколегированные стали, в которых содержание легирующих элементов более 10 %, обладающие особыми свойствами, например, коррозионностойкие стали (ГОСТ 5632-72), обладающие высокой химической стойкостью в агрессивных средах. В состав коррозионностойкой стали обязательно входят хром и никель, причём содержание хрома должно быть более 12 %, а маркировка сохраняет принципы маркировки легированных сталей: сталь марки 17Х18Н9 содержит 0,17 % С, ≈ 18 % Cr, ≈ 9 % Ni.

Эти стали применяют для изготовления клапанов гидропрессов, лопаток турбин, карбюраторных игл и других деталей машин, подвергающихся действию атмосферных осадков, воды, водных растворов солей и других агрессивных сред при комнатной температуре или до 400⁰ С.

Некоторые специальные стали имеют маркировку, отличающуюся от вышеизложенных правил:

- *углеродистые автоматные стали* (ГОСТ 1414-75) с повышенным содержанием серы и фосфора, а иногда с добавлением небольшого количества Pb, Ca, Mn и др., обладающие хорошей обрабатываемостью резанием, применяют для изготовления деталей на металлорежущих станках-автоматах. Автоматные стали маркируют буквой А и цифрами, указывающими среднее содержание углерода в сотых долях процента; например, А12 - автоматная сталь с содержанием углерода в среднем 0,12%;

- *шарикоподшипниковые стали* (ГОСТ 801-83) применяют для изготовления подшипников качения и других деталей, работающих в условиях трения, должны обладать высокой контактной прочностью и износостойкостью, содержат около 1 % С с обязательным наличием хрома (0,4-1,9 %). Шарикоподшипниковые стали маркируются буквой “Ш”, далее буква “Х” – хром, содержание которого указывается в десятых долях процента. Из этих сталей изготавливают шарики и ролики подшипников, подшипниковые кольца, корпуса и направляющие;

- *быстрорежущие стали* (ГОСТ 19265-73) применяют для изготовления режущего инструмента (резцы, свёрла, фрезы и т.д.), работающего при высоких скоростях резания. Марки этих сталей обозначают русской буквой Р (rapid -

быстрый), а следующая за ней цифра указывает среднее содержание основного легирующего элемента вольфрама в процентах. Например, P18 - быстрорежущая сталь, содержащая около 1 % С и 18 % W, а также ≈ 4 % Cr и около 2,5 % V, но это не внесено в марку;

- стали, применяемые для получения отливок (ГОСТ 977-88), имеют в своем обозначении букву Л. Например, 15Л - сталь для отливок, содержащая в среднем 0,15 % С. Из этих сталей отливают втулки, шестерни и т.д.

3. Классификация и маркировка чугунов

Как уже отмечалось выше, по сравнению со сталью, чугун имеет более высокое содержание углерода (практически от 2 до 4 %). Углерод в чугуне может находиться в двух состояниях: в связанном - в виде химического соединения Fe_3C , которое называется цементит, либо в свободном - в виде графита.

В зависимости от состояния углерода в чугуне различают:

- *белый чугун*, в котором весь углерод находится в связанном состоянии. Название он получил по цвету излома. Имеет высокую твердость, хрупкость, практически не поддается обработке резанием и поэтому не нашел применения в качестве конструкционного материала и используется для передела в сталь и ковкий чугун;

- *серый чугун*, в котором весь углерод или его большая часть находится в свободном состоянии в виде графита пластинчатой формы, а остальная часть - в связанном состоянии в виде карбида железа Fe_3C . В изломе имеет темно-серый цвет. Серый чугун маркируется (ГОСТ 1412-85) буквами СЧ с добавлением цифры, которая указывает предел прочности чугуна при растяжении (σ_B). Например, СЧ20 - серый чугун, имеющий $\sigma_B = 200$ МПа или 20 кгс/мм².

Серый чугун широко применяется в машиностроении как конструкционный материал для изготовления станин станков, тормозных барабанов, поршневых колец и т.д.;

- *ковкий чугун*, в котором весь углерод или его большая часть находится в свободном состоянии в виде графита хлопьевидной формы. Ковкий чугун маркируют (ГОСТ 1215-59) буквами КЧ и двумя числами. Первое обозначает предел прочности при растяжении (σ_B) в кг/мм², второе - относительное удлинение (δ), %. Например, КЧ35-10 - ковкий чугун, имеющий $\sigma_B = 350$ МПа (35 кгс/мм²) и $\delta = 10\%$;

Ковкие чугуны имеют более высокие характеристики пластичности по сравнению с другими чугунами (но это не значит, что его можно ковать). Применяется ковкий чугун для изготовления деталей, работающих при средних и высоких статических нагрузках (картеры автомобиля, ступицы, кронштейны, муфты и т.д.);

- *высокопрочный чугун*, в котором весь углерод или его большая часть находится в свободном состоянии в виде графита шаровидной формы. Имеет самые высокие прочностные свойства по сравнению с другими чугунами. Применяется для деталей машин, работающих в тяжелых условиях (в тяжёлом машиностроении - шабот молота, траверс прессы, прокатные валки и т.д.). Высокопрочный чугун маркируется (ГОСТ 7293-85) буквами ВЧ и цифрами,

обозначающими предел прочности чугуна при растяжении ($\sigma_{\text{в}}$), например, ВЧ50 - высокопрочный чугун, имеющий $\sigma_{\text{в}} = 500 \text{ МПа}$ (50 кгс/мм^2).

4. Порядок выполнения работы

1. Получить от преподавателя индивидуальное задание по классификации и маркировке сталей и чугунов (табл. 6.1).
2. Расшифровать обозначение каждой марки стали и чугуна.
Указать, какой является сталь по содержанию углерода (низко-, средне- или высокоуглеродистой), по степени легированности (низко-, средне- или высоколегированной), качеству, назначению.
3. Представить преподавателю оформленный отчет по работе и ответить на контрольные вопросы.

4.1 Содержание отчета

1. Наименование и цель работы.
2. Краткое описание системы классификации и маркировки сталей и чугунов.
3. Результаты выполнения задания.

5. Контрольные вопросы

1. Что такое сталь, чугун и их характеристики?
2. Как классифицируются стали по химическому составу?
3. Как классифицируются стали по содержанию углерода?
4. Как классифицируются стали по степени легированности?
5. Как можно подразделить стали по назначению?
6. Как классифицируются стали по способу производства, степени раскисления?
7. Как маркируются углеродистые конструкционные стали обыкновенного качества, качественные и высококачественные стали?
8. Как маркируются углеродистые инструментальные стали?
9. Что такое легированная сталь?
10. Как маркируются легированные стали?
11. Что такое белый, серый, высокопрочный и ковкий чугуны, их характеристики, назначение?
12. Как маркируются серые, высокопрочные и ковкие чугуны?
13. В чём заключается основное отличие структуры белых и серых чугунов, причины этого отличия?

Таблица 6.1- Варианты индивидуальных занятий

№ варианта	Марки сплавов для изучения					
1	Ст0;	08кп;	09Г2;	У7;	СЧ10;	40ХЛ;
2	Ст1пс;	10;	09Г2С;	У7А;	15Л;	СЧ15;
3	Ст2кп;	15;	30ХГТ;	У8;	20Л;	СЧ20;
4	Ст3;	20;	12Х2Н4А;	У8А;	25Л;	СЧ25;
5	БСт1кп;	25;	25ХГМ;	У9;	30Л;	СЧ30;
6	БСт2пс;	30;	40ХН;	У9А;	35Л;	СЧ35;
7	БСт3;	35;	38ХМА;	У10;	40Л;	ВЧ40;
8	Ст5;	40;	20Х;	У10А;	ВЧ45;	35ГЛ;
9	Ст6;	45;	12ХН3А;	У12;	ВЧ50;	40ХЛ;
10	БСт3кп;	55;	38ХГН;	У12А;	ВЧ60;	КЧ60-3;
11	ВСт4сп;	60;	30ХГСА;	Р9;	20Х13;	КЧ30-6;
12	БСт5пс;	09Г2;	У7;	12Х18Н9Т;	40Л;	КЧ63-2;
13	ВСт5сп;	14Г2;	ШХ15;	У13;	35Л;	КЧ50-4;
14	БСт6пс;	15ГФ;	ШХ20СГ;	У13А;	30Л;	КЧ45-6;
15	ВСт6;	17ГС;	ШХ15СГ;	Х12М;	12Х13;	КЧ35-10;
16	БСт4;	35ГС;	40ХФА;	ХВГ;	25Л;	КЧ33-8;
17	ВСт1сп;	09Г2С;	50ХФА;	Р18;	СЧ30;	35ГЛ;
18	Ст2пс;	25Г2С;	65;	30Х13;	У13А;	КЧ60-3;
19	Ст4кп;	15Х;	18ХГТ;	60Г;	У13;	КЧ63-2;
20	БСт2кп;	20Х;	15Г;	9ХС;	20Х13;	КЧ50-4;
21	БСт3;	30Х;	70;	50ХФА;	Р9;	КЧ45-6;
22	БСт6пс;	35Х;	60Г;	08Х17Т;	ХВГ;	КЧ35-10;
23	ВСт5сп;	38ХА;	75;	У12;	СЧ10;	40ХЛ;
24	БСт5пс;	40Х;	ШХ15СГ;	70;	08Х18Н10;	КЧ30-6;
25	ВСт4сп;	40Г;	30ХМ;	У10;	40Л;	ВЧ60;
26	БСт3кп;	35ГС;	55С2;	У9А;	12Х18Н9Т;	ВЧ50;
27	Ст6;	60С2;	У9;	Х12Ф1;	25Л;	ВЧ45;
28	Ст5;	09Г2;	12ХН3А;	У9;	35Л;	ВЧ40

Практическая работа №7

Тема «Общая классификация сталей, расшифровка различных марок сталей»

1.Цель работы: обобщить знания по теме «Стали»; закрепить умения расшифровки разных марок сталей.

2.Теоретические сведения

Сталями принято называть сплавы железа с углеродом, содержащие до 2,14% углерода. В зависимости от химического состава различают стали углеродистые (ГОСТ 380-71, ГОСТ 1050-75) и легированные (ГОСТ 4543-71, ГОСТ 5632-72, ГОСТ 14959-79).

В свою очередь углеродистые стали могут быть:

- малоуглеродистыми («С» менее 0,25%)
- среднеуглеродистыми («С» - 0,25-0,60%)
- высокоуглеродистыми («С» более 0,60%)

Легированные стали подразделяют на:

- низколегированные содержание легирующих элементов до 2,5%
- среднелегированные, в их состав входят от 2,5 до 10% легирующих элементов;
- высоколегированные, которые содержат свыше 10% легирующих элементов.

Назначение

Конструкционные, предназначенные для изготовления строительных и машиностроительных изделий. Инструментальные, из которых изготавливают режущий, мерительный, штамповый и прочие инструменты. Эти стали содержат более 0,65% углерода. С особыми физическими свойствами, например, с определенными магнитными характеристиками или малым коэффициентом линейного расширения: электротехническая сталь, суперинвар. С особыми химическими свойствами, например, нержавеющие, жаростойкие или жаропрочные стали.

Качество

В зависимости от содержания вредных примесей: серы и фосфора-стали подразделяют на:

- обыкновенного качества (S-до 0.06% и P- 0,07%)
- качественные – (S и P до 0,035%)
- высококачественные – (S и P до 0.025%)
- особовысококачественные, (S-до 0,025% и P-до 0,015%)

Степень раскисления

По степени удаления кислорода из стали, т. е. По степени её раскисления, существуют:

- спокойные стали, т. е., полностью раскисленные; такие стали обозначаются буквами "сп" в конце марки (иногда буквы опускаются);
- кипящие стали - слабо раскисленные; маркируются буквами "кп";

– полуспокойные стали, занимающие промежуточное положение между двумя предыдущими; обозначаются буквами "пс".

Сталь обыкновенного качества подразделяется по поставкам на 3 группы:

– сталь группы А- по механическим свойствам ;

– сталь группы Б - по химическому составу;

– сталь группы В - с гарантированными механическими свойствами и химическим составом.

Маркируются

Углеродистые конструкционные качественные стали

В соответствии с ГОСТ 1050-88 эти стали маркируются двухзначными числами, показывающими среднее содержание углерода в сотых долях процента: 05; 08; 10; 25; 40 и т.д. Так сталь с содержанием углерода 0,07 – 0,14% обозначается 10, сталь с содержанием углерода 0,42 – 0,50% - 45, а сталь с углеродом 0,57 – 0,65% - 60.

Конструкционные легированные стали

В соответствии с ГОСТ 4543-71 наименования таких сталей состоят из цифр и букв. Первые цифры марки обозначают среднее содержание углерода в стали в сотых долях процента. Буквы указывают на основные легирующие элементы, включенные в сталь. Цифры после каждой буквы обозначают примерное процентное содержание соответствующего элемента, округленное до целого числа, при содержании легирующего элемента до 1,5% цифра за соответствующей буквой не указывается.

3.Порядок выполнения работы

- 1 Заполнить таблицу 7.1.
- 2 Расшифровать 7 марок сталей, написать их применение.
- 3 Написать вывод по работе.

Таблица 7.1 – Классификация сталей

Конструкционные стали		Инструментальные стали	
Углеродистые	Легированные	Углеродистые	Легированные
Обыкновенного качества	- Низколегированные		- Низколегированные
Качественные	- Среднелегированные		- Среднелегированные
			- Высоколегированные

Таблица 7.2 – Варианты для выполнения работы

1 вариант	2 вариант	3 вариант
08пс, Р6М5, У12, Н16К4М5Т2Ю, 9ХГС,	15пс, ШХ4, 60С2, 20Х13, 09Г2, Р18, 17Х18Н9,	10, 75Г, 18ХГ, 50Х, Г13, А40Г, 12Х18Н9Т

08X13, 45		
4 вариант	5 вариант	6 вариант
ШХ4, А20, У7А, 09Г2, 10, 17Х18Н9,95Х18	15Х, Р6М5, У12, 9ХГС, 45, 10кп, 12Х18Н10Т	08кп, 75Г, 15ХА, А40Г, У13А, 12Х18Н9Т, 15пс,
7 вариант	8 вариант	9 вариант
12Х18Н10Т, 10кп, Г13, ШХ6, 15Х, А12, 60Г	Н18К3М4Т, 08, У7А, 95Х18, А20, 20Х, 8ХФ,	Н16К4М5Т2Ю, 08кп, У13А, Р9М5, 15ХА, 50, 60Г
10 вариант	11 вариант	12 вариант
Н18К3М4Т, 20Х13, 20Х, 8ХФ, 60С2, Р18, 45	Н18Ф6М3, 08кп, 6ХС, ШХ6, 08Х13, Г13, А12,	Н18Ф6М3, 08, 6ХС, 18ХГ, 50Х, Р9К5, Г12

Контрольные вопросы

1. Назовите элементы, которые определяют качество стали?
2. Определите, какие легирующие элементы увеличивают твердость и прочность?
3. Поясните, какая буква в конце марки стали указывает на качество?
4. Назовите, какой индекс показывает степень раскисления?

Практическая работа №8

Тема: Выбор режимов резания

Цель - изучить методику расчета режима резания аналитическим способом. Ознакомиться и приобрести навыки работы со справочной литературой.

Порядок выполнения задания:

I. Выбор инструмента.

- 1) Марку твердого сплава для каждого перехода выбирают в зависимости от вида обрабатываемого материала и характера обработки.
- 2) Геометрию резцов для каждого перехода выбирают в зависимости от вида и свойств обрабатываемого материала и характера обработки.
- 3) Сечение державки выбирают в соответствии с конструкцией резцедержателя токарного станка.

Общие сведения

Обработка заготовки точением осуществляется при сочетании двух движений: равномерного вращательного движения детали - движения резания (или главное движение) и равномерного поступательного движения резца вдоль или поперек оси детали - движение подачи. К элементам режима резания относятся: глубина резания t , подача S , скорость резания V .

Глубина резания - величина срезаемого слоя за один проход, измеренная в направлении, перпендикулярном обработанной поверхности, т.е. перпендикулярном направлению подачи.

При черновой обработке, как правило, глубину резания назначают равной всему припуску, т.е. припуск срезают за один проход

$$t = h = \frac{D - d}{2}, \text{ мм}$$

где h - припуск, мм;
 D - диаметр заготовки, мм;
 d - диаметр детали, мм.

При чистовой обработке припуск зависит от требований точности и шероховатости обработанной поверхности.

Подача - величина перемещения режущей кромки инструмента относительно обработанной поверхности в направлении подачи за единицу времени (минутная подача S_m) или за один оборот заготовки.

При черновой обработке назначают максимально возможную подачу исходя из жесткости и прочности системы СПИД, прочности пластинки, мощности привода станка.

При чистовой обработке - в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обработанной поверхности.

Скорость резания - величина перемещения точки режущей кромки инструмента относительно поверхности резания в направлении движения резания за единицу времени. Скорость резания зависит от режущих свойств инструмента и может быть определена при точении по таблицам нормативов или по эмпирической формуле

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v,$$

где C_v - коэффициент, учитывающий условия обработки;
 m, x, y - показатели степени;
 T - период стойкости инструмента;
 t - глубина резания, мм;
 S - подача, мм/об;
 K_v - обобщенный поправочный коэффициент, учитывающий изменения условий обработки по отношению к табличным

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} K_{\varphi} K_{rv},$$

где K_{mv} - коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;
 K_{nv} - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;
 K_{uv} - коэффициент, учитывающий материал инструмента;
 K_{φ} - коэффициент, учитывающий главный угол в плане резца;
 K_{rv} - коэффициент, учитывающий радиус при вершине резца - учитывается только для резцов из быстрорежущей стали.

При настройке станка необходимо установить частоту вращения шпинделя, обеспечивающую расчетную скорость резания.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}, \text{ об/мин}$$

Основное технологическое (машинное) время - время, в течение которого происходит снятие стружки без непосредственного участия рабочего

$$T_0 = \frac{L}{S \cdot n} \cdot i, \text{ мин}$$

где L - путь инструмента в направлении рабочей подачи, мм;
 i - количество проходов.

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм}$$

где l - размер обрабатываемой поверхности в направлении подачи;
 y - величина врезания, мм;
 Δ - величина перебега, мм, $\Delta = l \div 2$ мм.

$$y = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi,$$

где t - глубина резания;
 φ - главный угол в плане резца.

Пример решения задачи

На токарно-винторезном станке 16К20 производится черновое обтачивание на проход вала $D=68$ мм до $d=62$ мм. Длина обрабатываемой поверхности 280 мм; длина вала $l_1=430$ мм. Заготовка - поковка из стали 40Х с пределом прочности $\sigma_b=700$ МПа. Способ крепления заготовки - в центрах и в поводковом патроне. Система СПИД недостаточно жесткая. Параметр шероховатости поверхности $Ra=12,5$ мкм. Необходимо: выбрать режущий инструмент, назначить режим резания; определить основное время.

Решение

1. Выполнение эскиза обработки

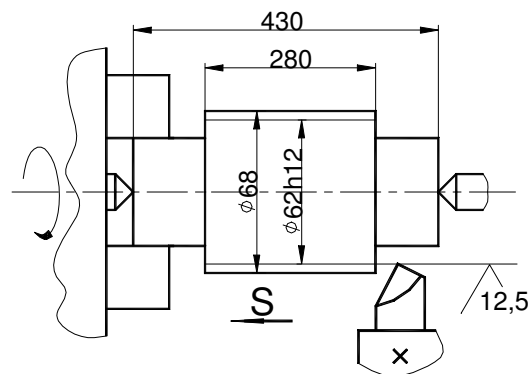


Рисунок 1-Эскиз обработки

2. Выбор режущего инструмента

Для обтачивания на проход вала из стали 40Х принимаем токарный проходной резец прямой правый с пластинкой из твердого сплава Т5К10 таблица 2, [2] или [3]. Форма передней поверхности радиусная с фаской [3]; геометрические параметры режущей части резца:

$\gamma=15^0$; $\alpha=12$; $\lambda=0$ [3], $\varphi=60^0$; $\varphi_1=15^0$; [3], $r=1$ мм; $f=1$ мм; [3].

3. Назначение режимов резания

3.1. **Глубина резания.** При черновой обработке припуск срезаем за один проход, тогда

$$t = h = \frac{D - d}{2} = \frac{68 - 62}{2} = 3 \text{ мм.}$$

3.2. Назначаем подачу.

Для черновой обработки заготовки из конструкционной стали диаметром до 100 мм резцом сечением 16x25 (для станка 16К20) при глубине резания до 3 мм:

$S=0,6 \div 1,2$ мм/об [2], [3].

В соответствии с примечанием 1 к указанной таблице и паспортным данным станка (см. Приложение 1 к данным методическим указаниям) принимаем $S=0,8$ мм/об.

3.3. Скорость резания, допускаемая материалом резца

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v, \text{ м/мин}$$

где $C_v=340$; $x=0,15$; $y=0,45$, $m=0,2$, $T=60$ мин [2], [3]

Поправочный коэффициент для обработки резцом с твердосплавной пластиной

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{\varphi v}$$

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v}, \text{ [2], [3],}$$

где $K_r=1$; $n_v=1$ [2],

тогда
$$K_{mv} = \left(\frac{750}{700} \right)^{-1} = 1,07$$

$K_{nv}=0,8$ [2] или [3], $K_{uv}=0,65$ [2] или [3], $K_{\varphi v}=0,9$ [2] или [3].

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,07 \cdot 0,8 \cdot 0,65 \cdot 0,9 = 70,6 \text{ м/мин}$$

3.4. **Частота вращения**, соответствующая найденной скорости резания

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин} \qquad n = \frac{1000 \cdot 70,6}{3,14 \cdot 68} = 330,6 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка $n_d=315$ об/мин.

3.5. **Действительная скорость резания**

$$V_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/мин; } V_o = \frac{3,14 \cdot 68 \cdot 315}{1000} = 67,3 \text{ м/мин.}$$

4. **Основное время**

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i, \text{ мин}$$

Путь резца

$$L=l+y + \Delta, \text{ мм}$$

Врезание резца

$$y=t \cdot \text{ctg} \varphi = 3 \cdot \text{ctg} 60^\circ = 3 \cdot 0,58 = 1,7 \text{ мм}$$

Пробег резца $\Delta = 1,3$ мм.

Тогда

$$L=280+1,7+1,3=383 \text{ мм.}$$

$$T_o = \frac{283}{315 \cdot 0,8} = 1,12 \text{ мин.}$$

Задание на практическое занятие

Выполнить расчет режимов резания аналитическим способом (по эмпирической формуле) по заданному варианту для обработки на токарно-винторезном станке 16К20.

Исходные данные приведены в таблице 1.

Порядок выполнения работы

1. Пользуясь инструкцией и дополнительной литературой, изучить методику определения режима резания. Ознакомиться со справочником [2] или [3]. Ознакомиться с условием задания.
2. Выполнить эскиз обработки.
3. Выбрать режущий инструмент.
4. Назначить глубину резания.
5. Определить подачу.
6. Рассчитать скорость резания.
7. Определить частоту вращения шпинделя и скорректировать по паспорту станка.
8. Определить действительную скорость резания.
9. Рассчитать основное технологическое время.
10. Составить отчет по форме 2.

Номер варианта	Заготовка, материал и его свойства	Вид обработки и параметр шероховатости	D, мм	d, мм	l, мм
1	2	3	4	5	6
1	Прокат. Сталь 20, $\sigma_b=500$ МПа	Обтачивание на проход $R_a=12,5$ мкм	90	82h12	260
2	Отливка с коркой. Серый чугун СЧ 20, HB160	Обтачивание на проход $R_a=12,5$ мкм	120	110h12	310
3	Поковка. Сталь 12X18H9T, HB180	Обтачивание в упор $R_a=1,6$ мкм	52	50e9	400
4	Прокат. Сталь 14X17H2, HB200	Растачивание в упор $R_a=3,2$ мкм	90	93H11	30
5	Отливка без корки СЧ30, HB220	Растачивание на проход $R_a=3,2$ мкм	80	83H11	50
6	Отливка с коркой. Серый чугун СЧ 20, HB210	Растачивание на проход $R_a=12,5$ мкм	120	124H12	100
7	Прокат. Сталь 38ХА, $\sigma_b=680$ МПа	Обтачивание на проход $R_a=12,5$ мкм	76	70h12	315
8	Обработанная. Сталь 35, $\sigma_b=560$ МПа	Растачивание на проход $R_a=3,2$ мкм	97	100H11	75
9	Отливка с коркой. Серый чугун СЧ 15, HB170	Обтачивание в упор $R_a=12,5$ мкм	129	120h12	340
10	Обработанная. Серый чугун СЧ 10, HB160	Подрезание сплошного торца $R_a=12,5$ мкм	80	0	3,5
11	Поковка. Сталь 40ХН, $\sigma_b=700$ МПа	Растачивание на проход $R_a=3,2$ мкм	77	80H11	45
12	Обработанная. Сталь Ст3, $\sigma_b=600$ МПа	Подрезание сплошного торца $R_a=12,5$ мкм	90	0	5
13	Прокат. Сталь 40Х, $\sigma_b=750$ МПа	Обтачивание в упор $R_a=0,8$ мкм	68	62e9	250
14	Обработанная. Сталь Ст5, $\sigma_b=600$ МПа	Растачивание на проход $R_a=12,5$ мкм	73	80H12	35
15	Отливка с коркой. Серый чугун СЧ 20, HB180	Обтачивание на проход $R_a=12,5$ мкм	62	58h12	210
16	Отливка с коркой. Серый чугун СЧ 20, HB200	Подрезание втулки $R_a=3,2$ мкм	80	40	2,5
17	Поковка. Сталь 20Х, $\sigma_b=580$ МПа	Растачивание сквозное	48	50H9	50

		Ra=1,6 мкм			
18	Обработанная. Сталь 50, $\sigma_b=750$ МПа	Подрезание торца втулки Ra=3,2 мкм	60	20	2,0
19	Отливка с коркой. Бронза Бр АЖН 10-4, НВ170	Обтачивание на проход Ra=1,6 мкм	88	85e12	140
20	Прокат. Латунь ЛМцЖ 52-4-1, НВ220	Растачивание в упор Ra=3,2 мкм	48	53Н11	65
21	Обработанная. Серый чугун СЧ 30, НВ220	Подрезание торца Ra=1,6 мкм	65	0	1,5
22	Обработанная. Серый чугун СЧ 20, НВ220	Обработка в упор Ra=3,2 мкм	74	80Н11	220
23	Поковка. Сталь 30ХН3А, $\sigma_b=800$ МПа	Обработка на проход Ra=12,5 мкм	105	115Н12	260
24	Прокат. Сталь 30ХМ, $\sigma_b=780$ МПа	Подрезание торца Ra=1,6 мкм	80	0	2,5
25	Обработанная. Сталь 45, $\sigma_b=650$ МПа	Обработка на проход Ra=1,6 мкм	72	80Н9	100
26	Прокат. Сталь ШХ15, $\sigma_b=700$ МПа	Растачивание на проход Ra=3,2 мкм	90	95Н11	60
27	Поковка. Ковкий чугун КЧ30, НВ163	Обтачивание на проход Ra=12,5 мкм	115	110h7	150
28	Отливка с коркой. Серый чугун СЧ 15, НВ163	Обтачивание в упор Ra=6,3 мкм	150	142h8	70
29	Прокат. Бронза Бр АЖ 9-4, $\sigma_b=500$ МПа	Растачивание в упор Ra=12,5 мкм	60	69Н11	50
30	Прокат. Сталь 35Г2, $\sigma_b=618$ МПа	Подрезание торца втулки Ra=6,3 мкм	100	80	3,0

Приложение I

Паспортные данные металлорежущих станков Токарно-винторезный станок 16К20

Высота центров, мм - 215
 Расстояние между центрами, мм - до 2000.
 Мощность двигателя, $N_d=10$ кВт
 КПД станка $\eta=0,75$.
 Частота вращения шпинделя, об/мин: 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600.
 Продольные подачи, мм/об: 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,36; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,4; 2,8.
 Поперечные подачи, мм/об: 0,025; 0,03; 0,0375; 0,045; 0,05; 0,0625; 0,075; 0,0875; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4.
 Максимальная осевая сила резания, допускаемая механизмом подачи.
 $P_x=600$ кгс ≈ 6000 Н.

Практическая работа №9

Тема: Производство заготовок холодной листовой штамповки

1. Цель и задачи работы

Работа проводится в целях изучения технологического метода получения заготовок и изделий холодной листовой штамповкой. Задачами работы являются:

1. Изучение базовых технологических операций листовой штамповки.
2. Изучение конструкции штампа для получения детали типа 'колпачок' способом холодной листовой штамповки.

2. Виды холодной штамповки

Холодная штамповка - это технологический метод получения детали без её предварительного нагрева за счет пластической деформации всего объема заготовки, либо отдельных её частей. Холодная штамповка подразделяется на объемную и листовую.

Объемной штамповкой изготавливают пространственные детали сложных форм с высокой размерной точностью и шероховатостью поверхности. К холодной объемной штамповке относят следующие технологические процессы? холодное выдавливание, холодная высадка, холодная формовка.

Холодной листовой штамповкой изготавливают пространственные детали из плоских заготовок: листа, полосы, ленты толщиной до 10 мм. Размерный диапазон изделий чрезвычайно широк: от нескольких миллиметров (детали механических часов) до десятков метров (детали самолетов и ракет).

Главной технологической особенностью процессов холодной листовой штамповки является *высокий уровень пластических свойств обрабатываемых сплавов*: низкоуглеродистых сталей, пластичных легированных сталей, латуней, алюминиевых деформируемых сплавов, титана и др.

3. Операции холодной литовой штамповки

Различают две группы операций холодной листовой штамповки.

Разделительные операции связаны с предварительной разделкой листа, полосы или ленты на технологически необходимые мерные заготовки.

Формообразующие операции определяют способы деформации мерной плоской заготовки, обеспечивающие получение требуемой конфигурации.

К разделительным операциям относятся:

1. **Отрезка** - отделение части плоской заготовки по незамкнутому контуру. Выполняется на разрезных механических ножницах или отрезных (обрубных) штампах.
2. **Вырубка** - отделение части заготовки по замкнутому контуру. Выполняется на вырубных штампах.
3. **Пробивка** - получение отверстий, полостей в штампуемом изделии.
4. **Надрезка** - неполное отделение части заготовки по незамкнутому контуру.

К формообразующим операциям относятся:

1. Гибка - операция, изменяющая кривизну заготовки практически без изменения её линейных размеров (рис. 8.1а). Минимальный радиус округления пуансона.

$$R_n = (0.25-0.3)S$$

где S - толщина листа, мм.

2. Вытяжка без утонения стенки - превращение плоской заготовки в полое пространственное изделие при уменьшении периметра вытягиваемой заготовки при постоянстве исходной толщины листа (рис. 8.1б).

Для предотвращения складок на фланце изделия применяют прижим заготовки. Диаметр заготовки d_3 выбирают из условия:

$$(d_3 - d) > (18...20)S,$$

где d - наружный диаметр вытягиваемого изделия, мм.,

Радиусы округления пуансона (R_n) и матрицы (R_m) в штампах для выполнения данной операции должны назначаться из условия:

$$R_n = (4...6)S, \quad R_m = (5...10)S$$

Зазор между матрицей и пуансоном Z определяется из соотношения:

$$Z = (1,1...1,3)S.$$

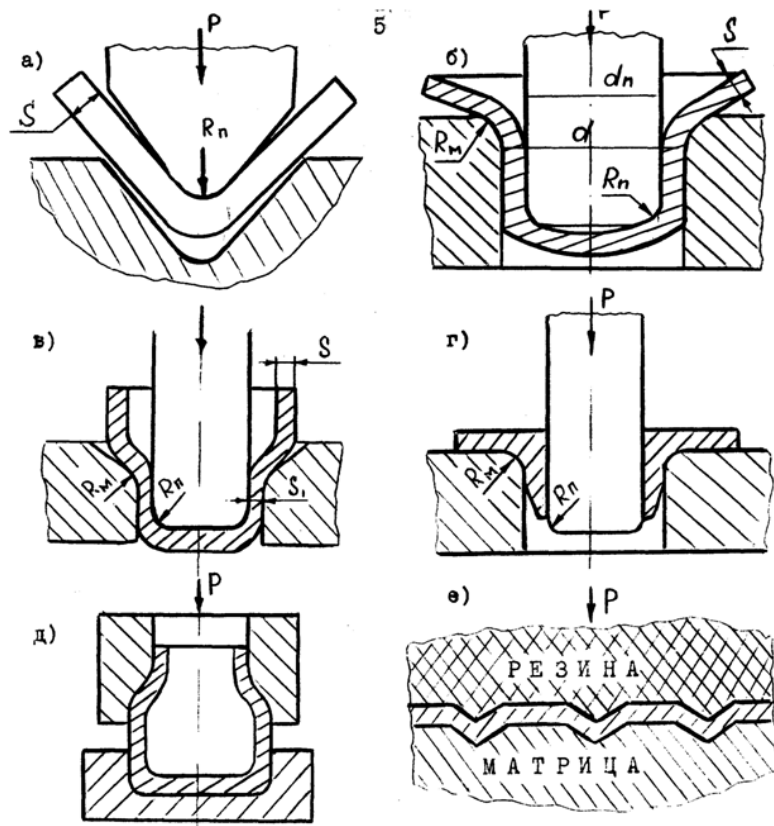


Рисунок 8.1- Операции листовой штамповки

а) гибка; б) вытяжка без утонения стенки; в) вытяжка с утонением стенки; г) отбортовка; д) обжим; е) формовка

3. Вытяжка с утонением стенки - увеличение длины полой заготовки в основном за счет уменьшения толщины стенки (рис. 8.1в). При этом зазор между пуансоном должен быть $Z=S/(1,5...2)$.

4. Отбортовка - получение бортов (горловин) путем вдавливания центральной части плоской заготовки с предварительно пробитым отверстием в матрицу (рис. 8.1г). Увеличение диаметра отверстия может возрастать в 1,2...1,8 раза.

5. Обжим - операция уменьшения диаметра краевой части полой заготовки в результате вдавливания её в сужающуюся полость матрицы (рис.8.1д). При этом достигается уменьшение диаметра горловины изделия на 20...30 %.

6. Формовка - операция изменения формы заготовки в результате растяжения отдельных её участков при уменьшении толщины листа на этих участках (рис.8.1е). Данной операцией получают ребра жесткости, выступы и т.п.

3. Инструмент и оборудование для холодной листовой штамповки

Перечисленные операции выполняются специальным инструментом - штампом (рис.8.3). Любой штамп состоит из двух важнейших элементов - матрицы и пуансона. Матрица 1 неподвижна и имеет внутреннюю формообразующую поверхность, конфигурация которой соответствует конфигурации детали. Пуансон 2 передает деформирующее усилие от пресса на заготовку и при перемещении деформирует её на рабочей поверхности матрицы.

В штампе возможно конструктивное совмещение нескольких операций. Такие штампы называются многооперационными.

Базовым оборудованием холодной листовой штамповки являются механические кривошипно-шатунные или гидравлические прессы.

Таблица 8.2 – Исходные данные

Вариант	Толщина листа	Диаметр изделия, d, мм
1	0,5	30
2	0,8	30
3	1,0	32
4	1,2	32

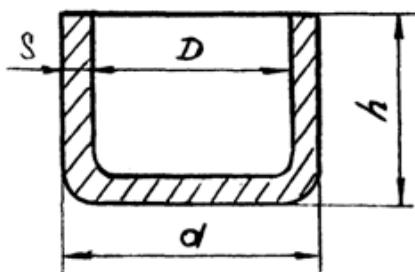


Рисунок 8.2 – Эскиз штампуемой детали

При проведении лабораторной работы получают из листовой стали деталь типа "колпачок" (рис.8.2). Для этой цели используют гидравлический пресс с

максимальным усилием прессования 1 МН (10,0 т) (рис.8.3). На матрицу штампа кладут стальной лист и включают механизм движения штока гидроцилиндра. Пуансон входит в матрицу, деформируя заготовку, и последовательно осуществляет операции вырубki и вытяжки без утонения стенки. Формирование внутренней поверхности "колпачка" происходит на цилиндрической оправке 4, запрессованной в корпус штампа. По окончании работы шток перемещается вверх и пресс выключают. С оправки внимают полученное изделие 5 (рис.8.3) и производят контрольные замеры размеров S, D, h, d (рис.8.2).

Для штамповки изделий "колпачок" необходимо произвести расчет элементов штампа и усилий при штамповке. Поэтому необходимо рассчитать:

а) диаметр круглой заготовки для вытяжки d_3 , мм;

$$d_3 = (1.8 \dots 2.1)d,$$

б) усилие вырубki заготовки P_B , Н;

$$P_B = \pi d_3 S \sigma_B$$

где σ_B - временное сопротивление материала разрушению при растяжении (предел прочности), МПа (табл. 8.2);

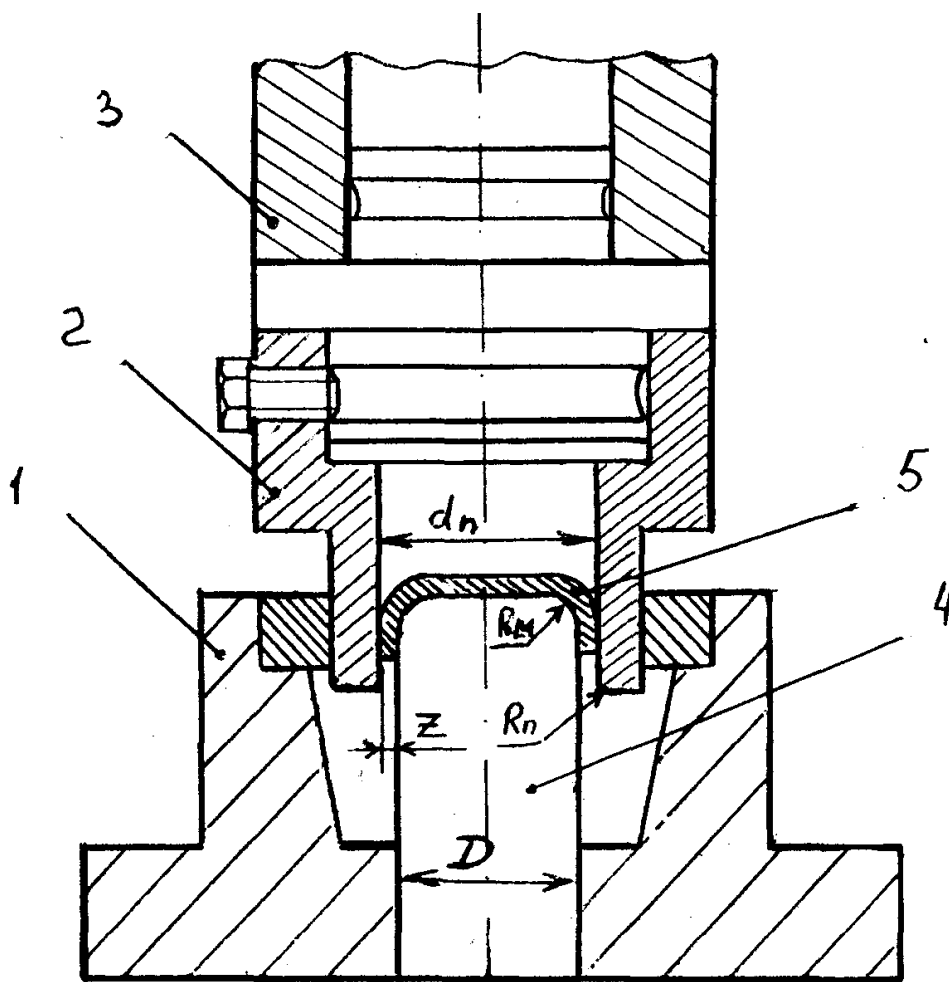


Рисунок 8.3- Схема получения детали «Колпачок» методом холодной листовой штамповки

в) усилие вытяжки P , Н;

$$P = 0.6 \pi S (d_3 - d) \sigma_B$$

г) радиусы округлений оправки R_m , пуансона R_n и зазор между оправкой и пуансоном Z , мм;

д) внутренний диаметр пуансона d_n

$$d_n = D + 2Z$$

Необходимые данные для расчетов приведены в табл.8.1 и 8.2.

Таблица 2

Материал	Предел прочности, σ_b , МПа	Материал	Предел прочности, σ_b , МПа
Ст 2 кп	320	Сталь 08	325
Ст 2 пс	340	Сталь 10	335
Ст 3 кп	360	Сталь 15	345
Ст 3Г пс	380	Сталь 25	410
Ст 4 кп	510	Сталь 35	530
Ст 5 пс	550	Сталь 45	600
Ст 6 пс	590	Сталь 55	655

4. Содержание отчета

В отчете по лабораторной работе должны быть следующие разделы:

- 1) теоретический;
- 2) расчетный.

В первом разделе дается краткое описание холодной штамповки, основных операций листовой штамповки.

Во втором разделе приводится схема получения детали «колпачок», дается описание штампа, расчет элементов штампа и усилий при штамповке, эскиз детали с размерами, а также приводится сравнительный анализ конструкторских размеров и фактически полученных после штамповки.

5. Контрольные вопросы

1. Дать определение понятиям "деформация, упругая деформация, пластическая деформация".
2. Перечислите основные способы обработки металлов давлением.
3. Как изменяются структура и свойства металла после деформации в холодном состоянии?
4. Холодная листовая штамповка и области её применения.
5. Технологические операции холодной листовой штамповки.
6. Назвать элементы штампа, предназначенного для изготовления детали "колпачок".
7. Порядок расчета параметров холодной листовой штамповки.

Практическая работа № 10

Тема: Литье в песчаные формы

Цель работы:

Получить начальное представление о способе формообразования путем литья в песчаные формы.

Освоить навыки изготовления песчаной формы в двух опоках.

1 Общие сведения

Отливкой называют изделие, полученное при затвердевании металла или иного материала в литейной форме.

Литейная форма, независимо от ее конструкции, имеет внутреннюю полость, конфигурация и размеры которой соответствуют будущей отливке. Литейные формы могут быть: разовыми, которые заполняют металлом один раз и затем разрушают, и постоянными, которые используют до нескольких тысяч раз.

Большую часть средних и крупных отливок получают в разовых песчаных литейных формах. Эти формы пригодны для изготовления отливок практически любой сложности. Они находят широкое применение в массовом, серийном и индивидуальном производстве. Преимуществами литья в песчаные формы являются их универсальность и низкая себестоимость.

Песчаные литейные формы изготавливают из формовочных смесей, состоящих из кварцевого песка, глины, воды и материалов, улучшающих технологические свойства смесей и качество отливок.

В автостроении этим методом получают чугунные блоки цилиндров двигателей внутреннего сгорания, корпуса коробок передач, детали заднего моста, рычаги, траки гусениц, ведущие звездочки, опорные катки и др.

К недостаткам способа относятся низкая точность размеров отливок и большая шероховатость поверхности, что приводит к увеличению объема механической обработки. Для процесса характерна оптимальная трудоемкость получения отливок, большой расход формовочных материалов при изготовлении форм и стержней, неблагоприятные условия труда из-за загазованности и запыленности литейного цеха.

Отмеченные негативные факторы приводят к использованию других способов литья. Однако этот процесс происходит медленно, и литье в песчаные формы еще долго будет доминировать.

2. Конструкция песчаной литейной формы

На рис. 9.1 показана отливка, которую следует получить в песчаной форме. Отливка может быть выполнена из чугуна, стали, алюминиевого сплава (силумина), сплавов на основе меди (бронзы, латуни).

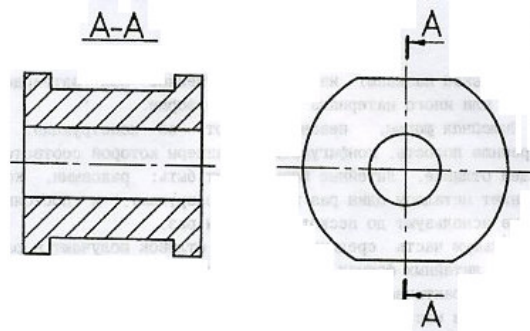


Рисунок 9.1 –Эскиз отливки

На рисунке 9.2 показана в разрезе песчаная литейная форма для получения отливки. Она состоит из нижней и верхней полуформ. Полуформы изготавливают в нижней 1 и верхней 2 опоках, представляющих собой металлические ящики без дна и крышки. Опоки придают песчаным полуформам необходимую прочность и жесткость. Собранные полуформы соприкасаются друг с другом по плоскости разъема 3. Для точной установки полуформ используют центрирующие штыри 11, а скрепление опок перед заливкой производится скобами 12. Рабочая полость 17 повторяет наружную конфигурацию будущей отливки. Металл подается в рабочую полость формы через систему каналов - литниковую систему. Она служит для заполнения рабочей полости формы металлом, а также для улавливания шлака и удаления воздуха, вытесненного из рабочей полости. Литниковая система состоит из литниковой чаши 7, стояка 8, шлакоуловителя 9, питателя 10 и выпоров 6. Стояк и выпор имеют форму усеченного конуса с уклоном 3-5°. Шлакоуловитель и питатель в поперечном сечении имеют вид трапеции. Для образования полости в отливке в форму устанавливают стержень 16, который закрепляется своими концами (знаками) в форме. Собранный форму устанавливают на металлическую плиту 14.

Заливка формы металлом производится из ковша через литниковую чашу непрерывно до того момента, пока металл не покажется в выпоре.

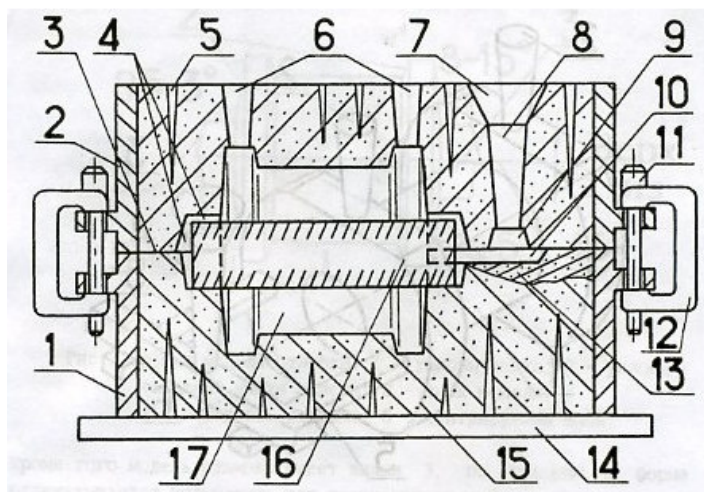


Рисунок 9.2- Эскиз песчаной литейной формы в сборе

- 1-нижняя опока; 2- верхняя опока; 3- плоскость разъема; 4-зазоры;
- 5- вентиляционный канал; 6- выпоры; 7- литниковая чаша; 8- стояк;
- 9- шлакоуловитель; 10- питатель; 11- центрирующий штырь; 12- скоба;

13- местный разрез; 14- плита; 15- формовочная смесь; 16- стержень;
17- рабочая полость формы

Спустя некоторое время после заливки металл затвердевает и отливку вместе с элементами литниковой системы (рис.9.3) извлекают из формы. Сами полуформы и стержень при этом разрушают. Затем от отливки отделяют элементы литниковой системы, которые впоследствии переплавляют.

Для изготовления формы используют модель отливки – элемент технологической оснастки, по которой получают негативный отпечаток внешних очертаний будущей отливки в пластичной формовочной смеси. Модели бывают разъемные и неразъемные. Основными материалами для моделей служат: древесина, алюминиевые сплавы, чугун и др.

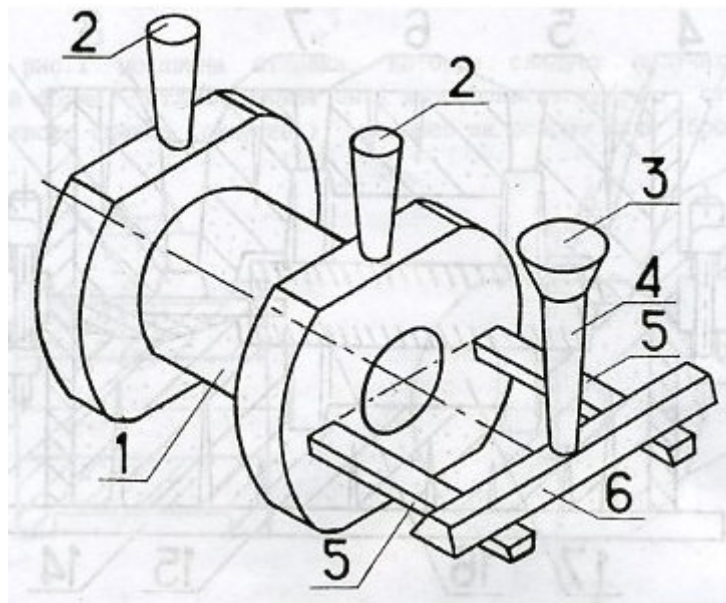


Рисунок 9.3- Эскиз отливки с элементами литниковой системы

1- отливка; 2- выпор; 3- чаша; 4- стояк; 5- питатель;
6- шлакоуловитель

Модель отливки, показанная на рисунке 9.4, является разъемной и состоит из двух симметричных половинок - верхней и нижней. Половинки модели соединяют по плоскости разъема 4, совпадающей с плоскостью разъема литейной формы. В нижней половине модели отливки есть отверстия, а из верхней половинки выступают центрирующие шипы 5. При соединении половинок модели шипы входят в отверстия и препятствуют сдвигу верхней половинки относительно нижней в процессе формовки.

Основная (профилирующая) часть модели отливки длиной L соответствует наружной конфигурации (профилю) будущей отливки.

Кроме того, модель отливки имеет знаки 3, по которым в форме отпечатываются углубления для установки стержня.

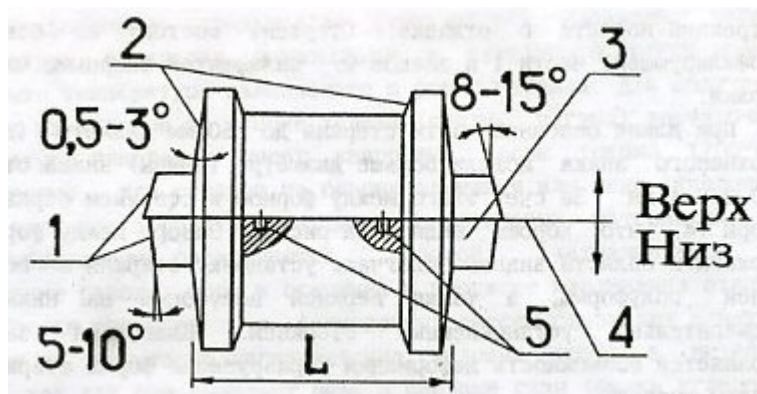


Рисунок 9.4- Эскиз модели отливки

1- уклоны знака; 2- уклоны основной части модели; 3- знак модели; 4- плоскость разъема; 5- центрирующие шипы

На модели предусмотрены литейные уклоны 1 и 2, которые обеспечивают беспрепятственное извлечение модели из уплотненной песчаной формы в процессе ее изготовления. Уклоны назначают на всех поверхностях модели, перпендикулярных плоскости разъема формы. Величина уклонов основной части модели 2 составляет $0,5-3^\circ$, а величина уклонов знаков модели 1 - $5-15^\circ$.

Стержень, показанный на рисунке 9.5, служит для получения внутренней полости в отливке. Стержень состоит из основной (профилирующей) части 1 и знаков 2, являющихся опорными частями стержня.

При длине основной части стержня до 250 мм диаметр (длина) стержневого знака модели больше диаметра (длины) знака стержня на 0.2-2,4 мм. За счет этого между формой и стержнем образуются зазоры 4, что хорошо видно на рис.9.2. Зазоры между формой и стержнем в области знаков облегчают установку стержня в полость нижней полуформы, а также верхней полуформы на нижнюю с предварительно установленным стержнем. Благодаря зазорам устраняется возможность деформации и разрушения формы стержнем в области знаков.

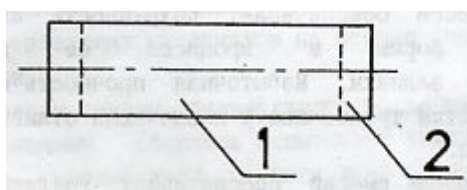


Рисунок 9.5- Эскиз стержня

1- основная (профилирующая) часть стержня; 2- знак стержня

Операции изготовления форм (формовку) выполняют на автоматических или механизированных линиях в серийном и массовом производстве, на отдельных машинах в мелкосерийном производстве или вручную в индивидуальном производстве.

3. Формовочные и стержневые смеси

Формовочные и стержневые смеси являются строительным материалом для разовых форм и стержней. Смеси должны обладать следующими основными технологическими свойствами: пластичностью, прочностью, газопроницаемостью, выбиваемостью и огнеупорностью. Кроме того, смеси должны отвечать требованиям санитарии и гигиены, а также быть, по возможности, недорогими.

Пластичность смесей обеспечивает получение точного отпечатка формы и стержня с рабочих поверхностей модели и стержневого ящика.

Прочность смесей обеспечивает сохранность конфигурации и размеров полости формы в процессе ее изготовления, транспортировки и заливки. Избыточная прочность нежелательна, так как увеличивается трудоемкость извлечения отливки из формы и стержня из отливки.

Газопроницаемость смесей обеспечивает удаление газов из формы и стержня. После заливки металла форма и стержень выделяют газы в количестве 15-45 см³ из 1 см³ смеси. Газы могут образовать в отливках газовую пористость и газовые раковины. Эти дефекты приводят к браку.

Огнеупорность определяется температурой плавления смеси. Температура плавления формовочной и стержневой смесей должна быть выше температуры заливаемого в форму металла. Для получения отливок из сплавов на основе железа (стали, чугуна) достаточную температуру плавления имеет кварцевый песок (около 1700°С). Естественно, для сплавов на основе алюминия или меди, кварцевый песок является абсолютно надежным огнеупорным материалом.

Выбиваемость определяется работой, затрачиваемой на разрушение разовых форм и стержней в процессе извлечения отливок.

Состав стержневых и формовочных смесей оказывают заметное влияние на санитарно-гигиенические условия труда в литейном цехе, так как они выделяют пыль и вредные газы (окись углерода, формальдегид, фенолы). В производстве применяют все методы изоляции источников пыле- и газовой выделений, а также методы сокращения количества выделяющихся пыли и газов.

Типовая формовочная смесь содержит:

- 90% кварцевого песка;
- 5-10% глины;
- до 5% компонентов, улучшающих свойства смесей;
- 3-6% воды сверх 100% сухой смеси.

Кварцевый песок SiO_2 - огнеупорная основа смеси. Он состоит из зерен размером 0,06-0,8 мм.

Глина является связующим материалом песчаных смесей. Свои связующие свойства глина проявляет только в присутствии воды.

К добавкам, позволяющим регулировать свойства смеси, относятся: молотый уголь, мазут, асбестовая крошка, опилки, битум и ряд других материалов.

Типовая стержневая смесь содержит:

- 94-98% кварцевого песка;
- 2-6% связующих материалов на основе синтетических смол и других добавок.

К стержневым смесям предъявляются более высокие требования, чем к формовочным. Стержень испытывает тяжелые механические и температурные воздействия, поскольку находится внутри расплавленного металла. При остывании окружающий металл пытается сдавить стержень. Поэтому до заливки металла стержневая смесь должна иметь более высокую прочность, чем формовочная. После заливки металла стержневая смесь должна резко снижать свою прочность до

уровня самовысыпания за счет выгорания смолы.

Упрочнения достигают за счет введения в смесь 2-6% связующих материалов на основе синтетических смол и других добавок. При сушке стержня происходит взаимодействие связующих добавок с кварцевым песком, вследствие чего стержневая смесь приобретает повышенную прочность.

Огнеупорная глина в стержневую смесь или не вводится, или вводится ограниченно только для повышения пластичности. Это объясняется тем, что при заливке формы металлом может произойти затвердевание стержня в случае наличия в нем глины. В результате затрудняется выбивание стержня из готовой отливки.

4. Последовательность изготовления песчаной формы в опоках

Независимо от степени механизации формовка проводится в определенной последовательности.

На рисунке 9.6 показана установка нижней половины модели отливки, модели питателя и нижней опоки на подмодельную плиту. На шипы 5 подмодельной плиты 4 устанавливают половину модели отливки 1 и модели питателей (модель питателя) 2 с отверстиями под шипы. Нижнюю опоку 3 устанавливают на центрирующие штыри 6. Модель питателя, имеющего в сечении форму трапеции, кладут большим основанием вниз. Модели отливки и питателя необходимо располагать так, чтобы между опокой и моделями сохранялось расстояние не менее 30 мм.

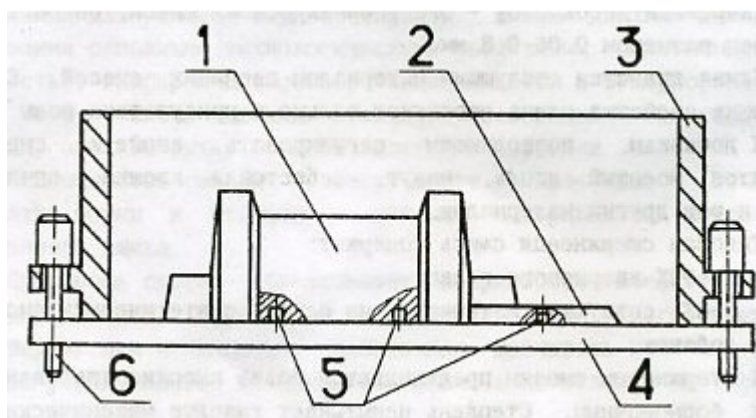


Рисунок 9.6- Установка нижней половины модели отливки, модели питателя и нижней опоки на подмодельную плиту

1- половина модели отливки; 2- модель питателя; 3- нижняя опока; 4- подмодельная плита; 5- центрирующие шипы; 6- центрирующий штырь

На рисунке 9.7 показана набитая нижняя опока - полуформа. Для ее получения на модель насыпают слой формовочной смеси 1 толщиной 20-25 мм и уплотняют острым концом трамбовки. Насыпают и уплотняют следующие слои смеси до верха опоки. Верхний слой утрамбовывают плоским концом трамбовки. Срезают избыток смеси поверх опоки плоской заостренной линейкой, и душником делают наколы (вентиляционные каналы 2) в набитой нижней опоке. Душник имеет форму длинного шила диаметром около 3 мм. Конец душника не должен доходить до поверхности модели на 10-15 мм. На 100 см² поверхности приходится

3-4 канала.

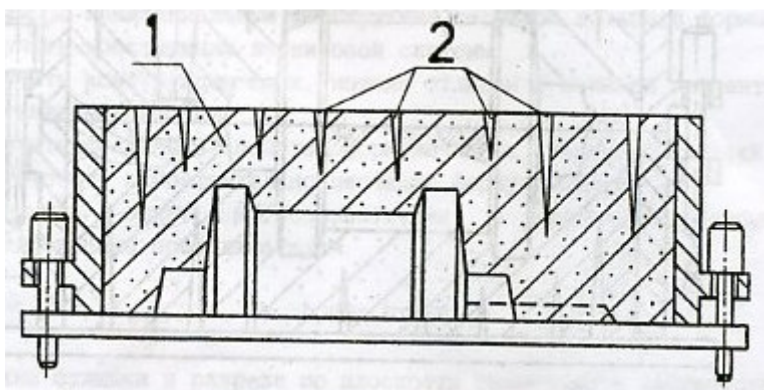


Рисунок 9.7- Набитая нижняя опока – полуформа
1- формовочная смесь; 2- вентиляционные каналы

На рисунке 9.8 показаны набитые верхняя и нижняя опоки полуформы. Для изготовления верхней полуформы переворачивают нижнюю набитую опоку 8. Устанавливают верхнюю половину модели детали 2 так, чтобы центрирующие шипы вошли в отверстия нижней половины. Модели шлакоуловителя 6, стойка 3 и выпоров 1 устанавливают аналогично. Модель выпора устанавливают в самой верхней точке модели отливки. Если таких точек две и больше, то ставят несколько выпоров. Плоскость разъема опок посыпают сухим кварцевым песком. Затем устанавливают по центрирующим штырям 7 верхнюю опоку 5, которую заполняют послойно формовочной смесью и уплотняют так же, как и нижнюю. После удаления избытка смеси и накола вентиляционных каналов в верхней полуформе вырезают литниковую чашу 4.

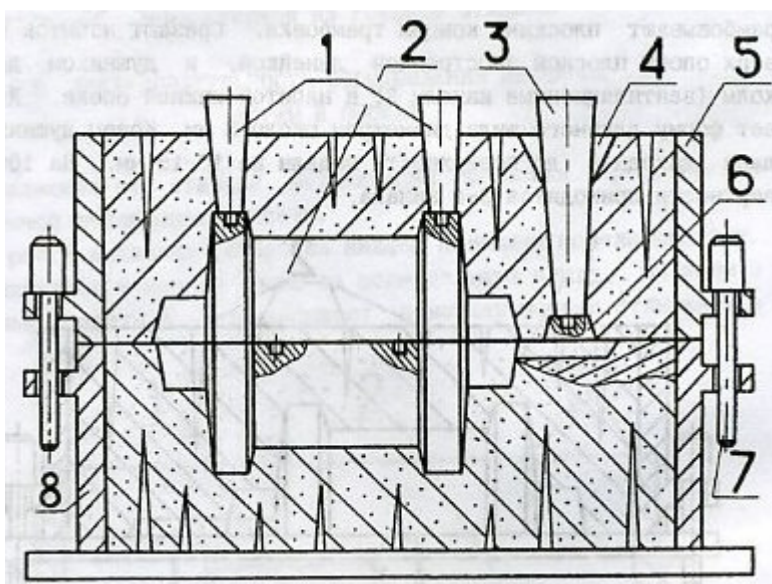


Рисунок 9.8- Набитые верхняя и нижняя опоки-полуформы

- 1- модели выпоров; 2- модель отливки; 3- модель стойка;
4- литниковая чаша; 5- верхняя опока; 6- модель шлакоуловителя;
7- центрирующий штырь; 8- нижняя опока

Производят раскрытие полуформ, из которых извлекают при помощи подъемников половинки модели отливки и модели элементов литниковой системы. Подъемником называют инструмент в виде стержня с резьбой на конце, ввинчивающийся в отверстие в модели. Подъемники могут соединяться с моделью и другим более удобным способом. Если есть повреждения полуформ, их исправляют.

При сборке формы (смотрите рис.9.2) в нижнюю полуформу устанавливают стержень 16 и затем по штырям 11 накрывают верхней полуформой. Опоки скрепляют скобами 12. После спаривания опок внутри образуется рабочая полость литейной формы 17, которая будет заполнена металлом через литниковую систему.

Форму устанавливают на заливочный участок, где производится заливка металла в форму из ковша. Металл должен быть предварительно очищен от шлака. Струя металла падает с небольшой высоты в литниковую чашу. Перерыв в процессе заливки не допускается. Заливка прекращается, как только металл появится в выпоре.

После остывания металла форма разрушается и извлекается отливка. Затем из отливки удаляется стержень, производится обрубка элементов литниковой системы отливок.

6. Порядок выполнения работы

1. Изучить принципиальную конструкцию песчаной литейной формы.
2. Изучить конструкцию литниковой системы.
3. Изучить конструкцию опок, модели отливки и моделей элементов литниковой системы.
4. Изучить составы и свойства формовочной и стержневой смесей.
5. Оформить отчет в соответствии с вариантом задания, предложенным преподавателем.

7. Форма отчета

1. Эскиз отливки в разрезе по плоскости симметрии в соответствии с вариантом задания (увеличить все размеры пропорционально в 2 раза).
2. Эскиз стержня с указанием его частей.
3. Эскиз модели отливки с указанием ее частей, уклонов и плоскости разъема.
4. Эскиз литейной песчаной формы с указанием всех частей.
5. Последовательность операций при изготовлении песчаной литейной формы.
6. Состав, свойства и различия формовочной и стержневой смесей.

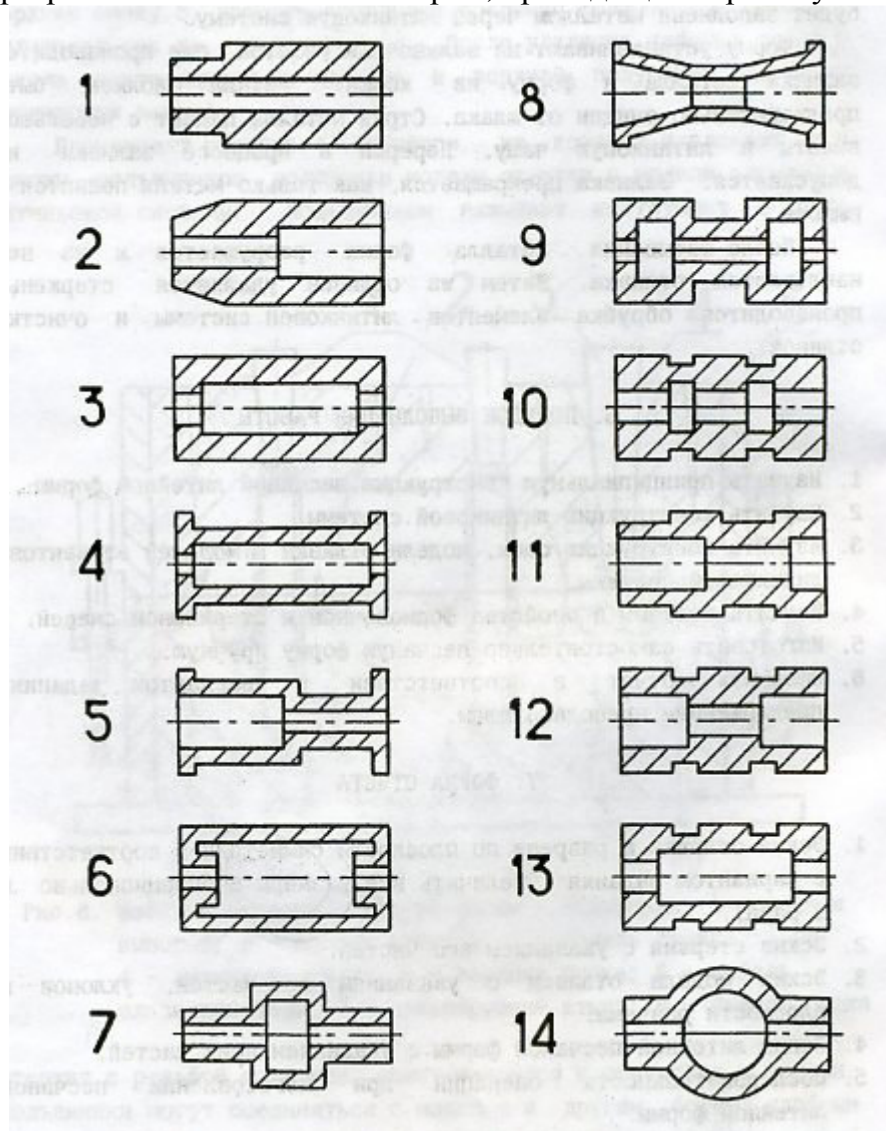
9. Контрольные вопросы

1. Преимущества и недостатки литья в песчаные формы.
2. Состав и свойства формовочной и стержневой смесей.
3. Различия между эскизами отливки и модели.
4. Зачем нужна плоскость разъема песчаной литейной формы и модели?
5. Модель, ее назначение и конструкция.
6. Литейные уклоны, их назначение и величина.
7. Литниковая система, ее элементы и назначение.

8. Стержень, его конструкция и назначение.
9. Конструкция литейной формы.
10. Последовательность операций при изготовлении песчаной литейной формы.

8. Варианты заданий

Все отливки являются телами вращения относительно продольной оси и показаны в разрезе по плоскости симметрии, проходящей через эту ось.



2. Самостоятельная работа

Значение самостоятельной работы в овладении знаниями и умениями по учебной дисциплине:

- экономия учебного времени;
- самостоятельная поэтапная отработка учебных элементов;
- воспитание сознательного отношения студента к учебному процессу;
- развитие практических умений;
- развитие познавательных способностей;
- совершенствование самоорганизации студента;
- формирование умений использовать информационные источники: справочную и специальную литературу.

Перечень тем для внеаудиторной самостоятельной работы

Вопросы для самостоятельного изучения	Кол-во часов	Вид внеаудиторной самостоятельной работы
Никель, титан и сплавы на их основе. Маркировка, свойства и применение.	2	подготовить презентацию
Автомобильные специальные жидкости. Классификация и применение специальных жидкостей.	2	подготовить презентацию
Назначение и область применения обивочных материалов. Классификация обивочных материалов.	2	подготовить сообщение
Организация экономного использования автомобильных шин. Увеличение срока службы шин за счет своевременного и качественного ремонта	2	подготовить реферат

2.1 Методические рекомендации по оформлению реферата

Реферат – это самостоятельное произведение, свидетельствующее о знании обучающимся литературы по предложенной теме, ее основной проблематике, отражающее точку зрения автора на данную проблему, умение осмысливать явления жизни на основе теоретических знаний.

Содержание реферата должно быть логичным; изложение материала носит проблемно-тематический характер. Тематика рефератов обычно определяется преподавателем, но в определении темы инициативу может проявить и студент.

Этапы работы над рефератом

1.	Выбор и формулирование темы.
2.	Подбор художественной, научной и критической литературы (при разработке реферата должно быть использовано не менее 5-10

	источников).
3.	Отбор и систематизация материала к реферату, составление плана.
4.	Работа над черновиком (консультации преподавателя).
5.	Оформление реферата, сдача на проверку.
6.	Подготовка к защите реферата.
7.	Защита реферата (выступление с докладом).

Структура реферата

Объем реферата должен быть 15-17 печатных листов.

1 лист – титульный (*Приложение № 1*);

2 лист – план реферата (содержание);

3 - 16 лист – содержание реферата (анализ изученной литературы, теоретический материал, включая рисунки, таблицы, графики, схемы и т.д.); нумерация страниц снизу, справа;

17 лист – список используемой литературы.

Основные требования к написанию реферата

Необходимо правильно сформулировать тему, отобрать по ней необходимый материал.

Не стремитесь использовать весь собранный материал, не перегружайте её мало значащими для раскрытия темы фактами, примерами.

Во введении к реферату и докладу по нему необходимо обосновать, почему выбрана данная тема, её актуальность.

Неэтично выдавать чужие мысли за свои, без ссылки на источник. После приведенной цитаты делайте сноску в конце страницы с указанием фамилии автора и названия произведения.

Следите за последовательностью изложения, не допускайте нечетких формулировок, речевых ошибок.

Больше используйте в подготовке реферата материалы современных авторов, журнальных статей (с 2014года и позднее).

Правильно оформляйте реферат, включая титульный лист и список литературы.

Оформление списка литературы: перечисляется в алфавитном порядке – автор, название, место издания, название издательства, год издания. (Например: Герасимова, Е.Б. Метрология, стандартизация и сертификация / Е.Б. Герасимова, Б.И. Герасимов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА – М, 2015. – 224 с. – ISBN 978-5-00091-014-6).

Правила оформления реферата

Оформление реферата выполняется при помощи компьютера. С целью обеспечения совместимости установленными программным обеспечением, следует представлять готовые работы в формате MSWORD, большие таблицы, занимающие отдельный лист – в формате MSExcel.

Содержание и объем работы определяются методическими рекомендациями, которые разрабатываются соответствующей Методической комиссией.

Печать на одной стороне листа белой бумаги размером 210x297мм (формат А4). Поля: левое – 3см (30мм), правое – 2,5см (25мм), верхнее – 2,5см (25мм), нижнее – 2,5 см (25мм).

Шрифт: Тип шрифта для текста TimesNewRoman, прямой. Высота шрифта: тело абзаца – 14, заголовки и другая рубрикация – 16. Интервал – 1. Выравнивание: заголовков – по центру. Перенос слов в заголовках – по словам (слова в заголовках – не разрываются, а переносятся целиком).

Критерии оценивания выполнения реферата

Изложенное понимание реферата как целостного авторского текста определяет критерии его оценки:

- новизна текста;
- обоснованность выбора источника;
- степень раскрытия сущности вопроса;
- соблюдения требований к оформлению.

Новизна текста:

- актуальность темы исследования;
- новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы в установлении новых связей (межпредметных, внутрипредметных, интеграционных);
- умение работать с исследованиями, критической литературой, систематизировать и структурировать материал;
- явленность авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений;
- стилевое единство текста, единство жанровых черт.

Степень раскрытия сущности вопроса:

- соответствие плана теме реферата;
- соответствиесодержания теме и плану реферата;
- полнота и глубина знаний по теме;
- обоснованность способов и методов работы с материалом;
- умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по одному вопросу (проблеме).

Обоснованность выбора источников:

- оценка использованной литературы: привлечены ли наиболее известные работы по теме исследования (в т.ч. журнальные публикации последних лет, последние статистические данные, сводки, справки и т.д.).

Соблюдение требований к оформлению:

- насколько верно оформлены ссылки на используемую литературу, список литературы;
- оценка грамотности и культуры изложения (в т.ч. орфографической, пунктуационной, стилистической культуры), владение терминологией;
- соблюдение требований к объёму реферата.

Оценка «5»- выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек

зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению.

Оценка «4»– основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении.

Оценка «3»– имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата, отсутствует вывод.

Оценка «2» – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

2.2 Методические рекомендации по составлению сообщения

Регламент устного публичного выступления – не более 10 минут.

Искусство устного выступления состоит не только в отличном знании предмета речи, но и в умении преподнести свои мысли и убеждения правильно и упорядоченно, красноречиво и увлекательно.

Любое устное выступление должно удовлетворять трем основным критериям, которые в конечном итоге и приводят к успеху: это критерий правильности, т.е. соответствия языковым нормам, критерий смысловой адекватности, т.е. соответствия содержания выступления реальности, и критерий эффективности, т.е. соответствия достигнутых результатов поставленной цели.

Работу по подготовке устного выступления можно разделить на два основных этапа: докоммуникативного этапа (подготовка выступления) и коммуникативный этап (взаимодействие с аудиторией).

Работа по подготовке устного выступления начинается с формулировки темы, которая не должна быть перегруженной, нельзя "объять необъятное", охват большого количества вопросов приведет к их беглому перечислению, к декларативности вместо глубокого анализа. Неудачные формулировки - слишком длинные или слишком краткие и общие, очень банальные и скучные, не содержащие проблемы, оторванные от дальнейшего текста и т.д.

Само выступление должно состоять из трех частей – вступления (10-15% общего времени), основной части (60-70%) и заключения (20-25%).

Вступление включает в себя представление авторов (фамилия, имя отчество), название сообщения, расшифровку подзаголовка с целью точного определения содержания выступления, четкое определение стержневой идеи, которая дает возможность задать определенную тональность выступлению.

Требования к сообщению:

- фраза должна утверждать главную мысль и соответствовать цели выступления;

- суждение должно быть кратким, ясным, легко удерживаться в кратковременной памяти;

- мысль должна пониматься однозначно, не заключать в себе противоречия.

В речи может быть несколько стержневых идей, но не более трех.

Цифровые данные для облегчения восприятия лучше демонстрировать посредством таблиц и графиков, а не злоупотреблять их зачитыванием. Лучше всего, когда в устном выступлении количество цифрового материала ограничено,

на него лучше ссылаться, а не приводить полностью, так как обилие цифр скорее утомляет слушателей, нежели вызывает интерес.

План развития основной части должен быть ясным. Должно быть отобрано оптимальное количество фактов и необходимых примеров.

В выступлении принято такое употребление форм слов: чаще используются глаголы настоящего времени во «вневременном» значении, возвратные и безличные глаголы, преобладание форм 3-го лица глагола, форм несовершенного вида, используются неопределенно-личные предложения.

Самые частые ошибки в основной части доклада - выход за пределы рассматриваемых вопросов, перекрывание пунктов плана, усложнение отдельных положений речи, а также перегрузка текста теоретическими рассуждениями, обилие затронутых вопросов, отсутствие связи между частями выступления, несоразмерность частей выступления (затянутое вступление, скомканность основных положений, заключения).

В заключении необходимо сформулировать выводы, которые следуют из основной идеи (идей) выступления. Правильно построенное заключение способствует хорошему впечатлению от выступления в целом. В заключении имеет смысл повторить стержневую идею и, кроме того, вновь (в кратком виде) вернуться к тем моментам основной части, которые вызвали интерес слушателей. Закончить выступление можно решительным заявлением. Вступление и заключение требуют обязательной подготовки, их труднее всего создавать на ходу.

При подготовке к выступлению необходимо выбрать способ выступления: устное изложение с опорой на конспект (опорой могут также служить заранее подготовленные слайды) или чтение подготовленного текста. Заранее написанный текст значительно уменьшает влияние выступления на аудиторию. Запоминание написанного текста заметно сковывает выступающего и привязывает к заранее составленному плану, не давая возможности откликаться на реакцию аудитории.

Бесстрастная вялая речь не вызывает отклика у слушателей, какой бы интересной и важной темы она ни касалась. Яркая, энергичная речь, отражающая увлеченность оратора, его уверенность, обладает значительной внушающей силой.

Короткие фразы легче воспринимаются на слух, чем длинные. Необходимо избегать сложных предложений, причастных и деепричастных оборотов. Излагая сложный вопрос, нужно постараться передать информацию по частям.

Пауза в устной речи выполняет ту же роль, что знаки препинания в письменной. После сложных выводов или длинных предложений необходимо сделать паузу, чтобы слушатели могли вдуматься в сказанное или правильно понять сделанные выводы.

Особое место в презентации проекта занимает обращение к аудитории. Так, косвенными обращениями могут служить такие выражения, как «Как Вам известно», «Уверен, что Вас это не оставит равнодушными».

Во время выступления важно постоянно контролировать реакцию слушателей. Внимательность и наблюдательность в сочетании с опытом позволяют оратору уловить настроение публики. После выступления нужно быть готовым к ответам на возникшие у аудитории вопросы.

Оценка сообщения

Оценка «5» - тема сообщения раскрыта полностью; в логических рассуждениях и высказываниях нет ошибок, речь четкая и грамотная, есть презентация, рассказывает сам обучающийся;

Оценка «4» - сообщениераскрытополностью, но есть неточности и ошибки;

Оценка «3» - читает по тетради, не ориентируется в материале, есть хронологические ошибки.

Оценка «2» - сообщение не готово.

2.3 Методические рекомендации к оформлению презентации

Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS PowerPoint. Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов - то есть электронных страничек, занимающих весь экран монитора (без присутствия панелей программы). Чаще всего демонстрация презентации проецируется на большом экране, реже – раздается собравшимся как печатный материал. Количество слайдов адекватно содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).

Первый слайд обязательно должен содержать Ф.И.О. студента, название учебной дисциплины, тему презентации, Ф.И.О. преподавателя. Следующие слайды можно подготовить, используя две различные стратегии их подготовки:

1 стратегия: на слайды выносятся опорный конспект выступления и ключевые слова с тем, чтобы пользоваться ими как планом для выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- объем текста на слайде – не больше 7 строк;
- маркированный/нумерованный список содержит не более 7 элементов;
- отсутствуют знаки пунктуации в конце строк в маркированных и нумерованных списках;
- значимая информация выделяется с помощью цвета, кегля, эффектов анимации.

Особо внимательно необходимо проверить текст на отсутствие ошибок и опечаток. Основная ошибка при выборе данной стратегии состоит в том, что выступающие заменяют свою речь чтением текста со слайдов.

2 стратегия: на слайды помещается фактический материал (таблицы, графики, фотографии и пр.), который является уместным и достаточным средством наглядности, помогает в раскрытии стержневой идеи выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т.д.) соответствуют содержанию;
- использованы иллюстрации хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением (как правило, никто из присутствующих не заинтересован вчитываться в текст на ваших слайдах и всматриваться в мелкие иллюстрации);

Максимальное количество графической информации на одном слайде – 2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому). Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.

Последний слайд должен быть повторением первого. Это дает возможность еще раз напомнить слушателям тему выступления и имя докладчика и либо перейти к вопросам, либо завершить выступление.

Оформление презентации

Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков - не меньше 24 пунктов, для информации - для информации - не менее 18.

В презентациях не принято ставить переносы в словах.

Оформление слайдов не должно отвлекать от его содержания. Нежелательны звуковые эффекты в ходе демонстрации презентации. Наилучшими являются контрастные цвета фона и текста (белый фон – черный текст; темно-синий фон – светло-желтый текст и т. д.).

Лучше не смешивать разные типы шрифтов в одной презентации. Рекомендуется не злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже).

Неконтрастные слайды будут смотреться тусклыми и невыразительными, особенно в светлых аудиториях.

Для лучшей ориентации в презентации по ходу выступления лучше пронумеровать слайды. Желательно, чтобы на слайдах оставались поля, не менее 1 см с каждой стороны.

Вспомогательная информация (управляющие кнопки) не должны преобладать над основной информацией (текстом, иллюстрациями).

Использовать встроенные эффекты анимации можно только, когда без этого не обойтись (например, последовательное появление элементов диаграммы).

Для акцентирования внимания на какой-то конкретной информации слайда можно воспользоваться лазерной указкой.

Диаграммы готовятся с использованием мастера диаграмм табличного процессора MSExcel. Для ввода числовых данных используется числовой формат с разделителем групп разрядов. Если данные (подписи данных) являются дробными числами, то число отображаемых десятичных знаков должно быть одинаково для всей группы этих данных (всего ряда подписей данных). Данные и подписи не должны накладываться друг на друга и сливаться с графическими элементами диаграммы. Структурные диаграммы готовятся при помощи стандартных средств рисования пакета MSOffice. Если при форматировании слайда есть необходимость пропорционально уменьшить размер диаграммы, то размер шрифтов реквизитов должен быть увеличен с таким расчетом, чтобы реальное отображение объектов диаграммы соответствовало значениям, указанным в таблице. В таблицах не должно быть более 4 строк и 4 столбцов — в противном случае данные в таблице будет просто невозможно увидеть. Ячейки с названиями строк и столбцов и наиболее значимые данные рекомендуется выделять цветом.

Табличная информация вставляется в материалы как таблица текстового процессора MSWord или табличного процессора MSExcel. При вставке таблицы как объекта и пропорциональном изменении ее размера реальный отображаемый размер шрифта должен быть не менее 18. Таблицы и диаграммы размещаются на светлом или белом фоне.

Для показа файл презентации необходимо сохранить в формате «Демонстрация PowerPoint» (Файл — Сохранить как — Тип файла — Демонстрация PowerPoint). В этом случае презентация автоматически открывается

в режиме полноэкранного показа (slideshow) и слушатели избавлены как от вида рабочего окна программы PowerPoint, так и от потерь времени в начале показа презентации.

Выполненную работу сдать к указанному сроку.

Критерии оценивания презентации

Оценка «5» - ставится, если содержание презентации соответствуют заданной теме, которая раскрыта в полном объеме, соблюдены требования к оформлению презентации.

Оценка «4» – основные требования к оформлению презентации соблюдены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; имеются упущения в оформлении.

Оценка «3» – имеются существенные отступления от требований к оформлению слайдов. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании презентации.

Оценка «2» – тема презентации не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

3. Учебно-методическое и информационное обеспечение

3.1 Основная литература

1 Черепяхин, А.А., Материаловедение [Текст] : учебник / А.А. Черепяхин. - Москва : Академия, 2018. - 384 с. - (Профессиональное образование). - Библиогр.: с. 377. - ISBN 978-5-4468-5722-7.

3.2 Интернет - ресурсы

- 1 <http://rykovodstvo.ru>
- 2 <https://refdb.ru/>

3.3 Дополнительная литература

1. Стуканов В.А., Материаловедение : учеб.пособие / В.А. Стуканов. — М. : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2017. — 368 с. — (Профессиональное образование). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/610454>

2. Технология конструкционных материалов : учеб.пособие / В.Б. Арзамасов, А.А. Черепяхин, В.А. Кузнецов, А.В. Шлыкова, В.В. Пыжов ; под ред. В.Б. Арзамасова, А.А. Черепяхина. — М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2018. — 272 с. — (Среднее профессиональное образование). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/754625>